

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5301916号
(P5301916)

(45) 発行日 平成25年9月25日 (2013. 9. 25)

(24) 登録日 平成25年6月28日 (2013. 6. 28)

(51) Int. Cl.	F I
HO 2 J 7/00 (2006. 01)	HO 2 J 7/00 S
HO 1 M 10/42 (2006. 01)	HO 1 M 10/42 P
HO 1 M 10/48 (2006. 01)	HO 1 M 10/48 P
HO 2 H 7/18 (2006. 01)	HO 2 H 7/18

請求項の数 5 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2008-205580 (P2008-205580)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成20年8月8日 (2008. 8. 8)		ソニー株式会社
(62) 分割の表示	特願2003-385373 (P2003-385373) の分割		東京都港区港南1丁目7番1号
原出願日	平成15年11月14日 (2003. 11. 14)	(73) 特許権者	503421162
(65) 公開番号	特開2008-312442 (P2008-312442A)		マキシム・ジャパン株式会社
(43) 公開日	平成20年12月25日 (2008. 12. 25)		東京都新宿区西早稲田三丁目30番16号
審査請求日	平成20年8月8日 (2008. 8. 8)	(74) 代理人	100092152
審判番号	不服2013-4096 (P2013-4096/J1)		弁理士 服部 毅巖
審判請求日	平成25年3月4日 (2013. 3. 4)	(72) 発明者	佐藤 秀幸
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	中道 龍二
			東京都新宿区西早稲田三丁目30番16号 マキシム・ジャパン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バッテリーパック、バッテリー保護処理装置、およびバッテリー保護処理装置の起動制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

バッテリーセルと、

前記バッテリーセルの充電または放電の少なくとも一方の可否を制御することにより前記バッテリーセルに対する保護機能を実行するマイクロコントローラと、

前記バッテリーセルを充電するための外部電圧が供給される外部電源供給端子と、

前記バッテリーセルの端子間電圧と前記外部電源供給端子の端子間電圧とを選択的に昇圧して前記マイクロコントローラに電源として供給する電源手段と、

を有し、

前記電源手段は、前記バッテリーセルが過放電状態である場合には前記外部電源供給端子の端子間電圧を昇圧し、この状態で前記マイクロコントローラに対して出力する電圧が所定の起動電圧に達したことを検出すると、そのことを前記マイクロコントローラに通知し、

前記マイクロコントローラは、前記電源手段からの出力電圧が前記起動電圧に達したことの通知に応じて起動し、当該マイクロコントローラのシステムを初期化し、

前記マイクロコントローラは、前記電源手段からの出力電圧が前記起動電圧に達したことの通知に応じた初期化処理時には、前記外部電源供給端子の端子間電圧に基づく電源電圧により動作し、その後前記バッテリーセルの端子間電圧が所定値まで上昇すると、出力する電圧を前記バッテリーセルの端子間電圧に基づく電源電圧に切り換えて出力するように前記電源手段を制御するバッテリーパック。

10

20

【請求項 2】

前記マイクロコントローラは、前記バッテリーセルの端子間電圧を検知する機能を備えている請求項 1 記載のバッテリーパック。

【請求項 3】

前記マイクロコントローラが前記バッテリーセルの端子間電圧を昇圧した電圧を電源として動作している状態において、前記電源手段は、前記バッテリーセルの端子間電圧が前記マイクロコントローラをシャットダウンさせるための所定のシャットダウン電圧より低くなると、出力する電圧を前記外部電源供給端子の端子間電圧に基づく電源電圧に切り換える請求項 2 記載のバッテリーパック。

【請求項 4】

バッテリーセルの充電または放電の少なくとも一方の可否を制御することにより前記バッテリーセルに対する保護機能を実行するマイクロコントローラと、

前記バッテリーセルの端子間電圧と、前記バッテリーセルを充電するための外部電圧が供給される外部電源供給端子の端子間電圧とを選択的に昇圧して、前記マイクロコントローラに電源として供給する電源手段と、

を有し、

前記電源手段は、前記マイクロコントローラに対して出力する電圧が所定の起動電圧に達したことを検出して、前記マイクロコントローラに通知する機能を備え、

前記マイクロコントローラは、前記電源手段からの出力電圧が前記起動電圧に達したことの通知に応じて起動し、当該マイクロコントローラのシステムを初期化し、

前記マイクロコントローラは、前記電源手段からの出力電圧が前記起動電圧に達したことの通知に応じた初期化処理時には、前記外部電源供給端子の端子間電圧に基づく電源電圧により動作し、その後前記バッテリーセルの端子間電圧が所定値まで上昇すると、出力する電圧を前記バッテリーセルの端子間電圧に基づく電源電圧に切り換えて出力するように前記電源手段を制御するバッテリー保護処理装置。

【請求項 5】

バッテリーセルの充電または放電の少なくとも一方の可否を制御することにより前記バッテリーセルを保護する保護機能を備えたバッテリー保護処理装置の起動制御方法において、

前記バッテリーセルが過放電状態のときに、電源手段が、前記バッテリーセルを充電するための外部電圧が供給される外部電源供給端子の端子間電圧を昇圧して、前記保護機能を実行するマイクロコントローラに電源として供給し、

前記電源手段が、前記マイクロコントローラへの出力電圧が所定の起動電圧に達したことを検出して通知し、

前記マイクロコントローラが、前記電源手段の出力電圧が前記起動電圧に達したことの通知を受けると、起動して当該マイクロコントローラのシステムを初期化し、

前記バッテリーセルの端子間電圧が所定値まで上昇すると、前記マイクロコントローラが、昇圧する電圧を前記外部電源供給端子の端子間電圧から前記バッテリーセルの端子間電圧に切り換えるように前記電源手段に要求し、

前記電源手段が、前記マイクロコントローラからの要求に応じて、前記外部電源供給端子の端子間電圧に代えて、前記バッテリーセルの端子間電圧を昇圧して前記マイクロコントローラに供給し、

前記マイクロコントローラは、前記電源手段からの出力電圧が前記起動電圧に達したことの通知に応じた初期化処理時には、前記外部電源供給端子の端子間電圧に基づく電源電圧により動作し、その後前記バッテリーセルの端子間電圧が所定値まで上昇すると、出力する電圧を前記バッテリーセルの端子間電圧に基づく電源電圧に切り換えて出力するように前記電源手段を制御するバッテリー保護処理装置の起動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、二次電池の異常発生に対する保護を含む処理を実行する処理回路がこの二次

10

20

30

40

50

電池と一体に収容されたバッテリーパック、その保護処理を実行するバッテリー保護処理装置、およびバッテリー保護処理装置の起動制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、例えばデジタルビデオカメラなどの携帯型の電子機器が急増しており、これらの電子機器に搭載される二次電池の性能が重要視されている。このような二次電池の1つとして、リチウムイオン型といわれるものがある。

【0003】

リチウムイオン二次電池では、特に過充電となった場合にリチウムイオンが金属リチウムとなって負極に析出し、最悪の場合には電池から発煙、発火が生じたり、破裂することが知られている。また、過放電となった場合には、電極内部の微少ショートや容量劣化が発生し、正極、負極をショートさせた場合には過電流が流れることにより異常発熱が発生することも知られている。このため、リチウムイオン二次電池では通常、過充電、過放電、ショート（過電流）を防止するために、これらの異常状態を監視する保護機能と、異常状態を回避するためのスイッチとが設けられている。

【0004】

図17は、リチウムイオン二次電池における放電時および過電流発生時の電圧および電流の変化の例を示すグラフである。

図17では、家庭用のデジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラなどに使用されるリチウムイオンバッテリーセルについての例を示しており、満充電電圧が4.2Vであり、過放電検出電圧を3.0Vとしている。図17(A)では、2Wの電力消費による放電時のバッテリーセル電圧の変化を示している。この図に示すように、満充電状態から約90分後には、バッテリーセル電圧は過放電検出電圧まで低下する。また、放電負荷を解放すると、バッテリーセル電圧は一時的に上昇するが、その後、自己放電により電圧は緩やかに低下していくので、長期間放置した場合には、バッテリーセル電圧は0Vまで低下することになる。また、正極と負極とがショートした場合には、図17(B)に示すように、バッテリーセル電圧が瞬間的に1V近くまで低下し、このとき1.5A程度の過電流が流れる。

【0005】

一方、二次電池を電源として用いる上記のような携帯型の電子機器では、バッテリー残量表示機能を搭載するものが増加している。特に、リチウムイオン二次電池では、上記の図17(A)に示すように、放電の開始直後および終了直前を除くと、バッテリーセル電圧が緩やかで直線的に低下していくことから、バッテリーセルの電圧だけではバッテリー残量を高精度で検出することができず、バッテリーセルの電圧の他に、充放電電流の積算値やバッテリーセルの温度などを用いることで、使用可能な残り時間を正確に計算することが可能となる。このような残量表示機能を実現するために、二次電池とマイクロコントローラなどの回路とが同一パッケージ内に収容されたバッテリーパックが市販されている。

【0006】

図18は、従来のバッテリーパックの内部構成例を示す図である。

図18に示す従来のバッテリーパックは、リチウムイオン二次電池からなるバッテリーセル1、それぞれ構造上、ソースとドレインとの間にダイオードが等価的に内蔵されたMOS FET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) からなる放電制御用、充電制御用の保護スイッチSW11およびSW12、電流検出用の抵抗Rs、バッテリー保護回路110、マイクロコントローラ（以下、マイコンと略称する）120、マイコン動作のクロック発振器130、バッテリーセル1の温度を検出するサーミスタ140、このバッテリーパックが装着された電子機器との間で通信を行うための通信I/F（インタフェース）150などを具備する。

【0007】

このバッテリーパックにおいて、保護スイッチSW11およびSW12はそれぞれFETおよびダイオードからなり、保護スイッチSW11は放電電流、保護スイッチSW12は充電電流をそれぞれ遮断することが可能となっている。従って、バッテリーセル1の充電時

10

20

30

40

50

には、正極端子 E b 1 および負極端子 E b 2 に充電器が接続されるとともに、保護スイッチ S W 1 2 がオンされる。また、正極端子 E b 1 および負極端子 E b 2 に放電負荷となる機器が接続されると、保護スイッチ S W 1 1 がオンされることにより、この機器に電源を供給することが可能となる。また、バッテリー保護回路 1 1 0 には、マイコンに対して電源を供給するための各種回路も一体に集積されている。

【0008】

マイコン 1 2 0 は、バッテリーセル 1 の残量表示に必要な情報を算出する回路であり、バッテリー保護回路 1 1 0 から供給される電源により動作する。また、安定的な動作のために、バッテリー保護回路 1 1 0 により起動タイミングが制御される。そして、バッテリー保護回路 1 1 0 から供給される充放電電流およびバッテリーセル電圧をデジタル化した値と、サーミスタ 1 4 0 による温度検出値とに基づいて、必要な情報をソフトウェア制御により算出し、このバッテリーパックが装着されている電子機器に対して、通信 I / F 1 5 0 およびコントロール端子 4 を介して送信する。これにより、電子機器本体における残量表示が可能となっている。

10

【0009】

しかし、上述したように、二次電池ではそのバッテリーセル電圧が状態により大きく変化する。これに対して、マイコンは、通常、自身に供給される電源電圧が安定していることを前提としてシステム設計がなされている。このため、従来のバッテリーパックでは、図 1 8 のように、二次電池の過充電、過放電、過電流などの異常状態を監視する保護機能を、マイコンとは別の回路により実現していた。このような例として、バッテリーセルの保護機能を、専用の電圧比較器（コンパレータ）を主な構成要素とした回路により実現したものがあつた（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【0010】

図 1 9 は、従来のバッテリーパックにおけるバッテリーセルの状態を模式的に示す図である。

従来のバッテリーパックは、例えば図 1 9 に示すように、バッテリーセル 1 の電圧が 3. 0 V ~ 4. 2 5 V である場合に通常状態となる。この状態では、保護スイッチ S W 1 1 および S W 1 2 がともにオンされ、放電負荷に対する電源供給、および充電器を接続した充電動作の双方が可能とされる。また、バッテリーセル 1 の電圧が 4. 2 5 V を超えた場合には、過充電の状態となり、保護スイッチ S W 1 2 がオフされて、充電が禁止される。逆に、バッテリーセル 1 の電圧が 3. 0 V より低く、2. 5 0 V 以上である場合は、過放電の状態となり、保護スイッチ S W 1 1 がオフされて、放電が禁止される。ただし、この状態ではマイコン 1 2 0 への電源供給は続けられ、マイコン 1 2 0 は動作状態となる。

30

【0011】

そしてさらに、バッテリーセル 1 の電圧が 2. 5 0 V より低くなると、バッテリーセル 1 の容量劣化などを防ぐために一切の放電を停止させる。これにより、マイコン 1 2 0 などの動作が停止される。この後、充電器側の端子から電圧が印加されることにより、バッテリーセル 1 への充電が開始され、電圧が所定値を超えた段階でマイコン 1 2 0 が起動される。

【0012】

なお、電流検出用の抵抗 R s を用いた放電電流の検出により、放電電流が 3. 0 A を超えた場合には、過電流の状態となり、保護スイッチ S W 1 1 がオフされて、放電が禁止される。この状態では、マイコン 1 2 0 などの動作も停止され、放電負荷が開放されることで自動復帰する。

40

【特許文献 1】特許第 3 1 3 6 6 7 7 号公報（段落番号〔0011〕～〔0016〕、図 1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

上記のように、従来のバッテリーパックでは、リチウムイオン二次電池の保護回路と、バッテリー残量表示計算用のマイコンとが個別に搭載されていた。これに対して、最近では、

50

小型化や部品点数、部品コストの削減といった観点から、上記の保護回路の機能を主としてマイコンにより実現し、回路の大部分を1つの半導体基板上に集積することが望まれている。

【0014】

しかし、上述したように、二次電池の電圧は状況により不安定であるために、マイコン自身に対して電源電圧が安定的に供給されないことから、マイコンによるソフトウェア制御を主として二次電池の異常状態を監視することは困難であった。このため、保護機能の一部をマイコンで実現したとしても、その場合には、電圧比較器などの専用のハードウェアによる保護機能を主として、それに対する補助的な機能としてマイコンが使用されているのが現状であった。

10

【0015】

本技術はこのような点に鑑みてなされたものであり、二次電池の保護機能を主にソフトウェア制御により安定的に実現し、回路の実装面積や部品コストが削減されたバッテリーパックを提供することを目的とする。

【0016】

また、本技術の他の目的は、二次電池の保護機能を主にソフトウェア制御により安定的に実現し、回路の実装面積や部品コストが削減されたバッテリー保護処理装置を提供することである。

【0017】

さらに、本技術の他の目的は、二次電池の保護機能を主にソフトウェア制御により安定的に実現し、回路の実装面積や部品コストを削減することを可能にするバッテリー保護処理装置の起動制御方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0018】

本技術では上記課題を解決するために、バッテリーセルと、前記バッテリーセルの充電または放電の少なくとも一方の可否を制御することにより前記バッテリーセルに対する保護機能を実行するマイクロコントローラと、前記バッテリーセルを充電するための外部電圧が供給される外部電源供給端子と、前記バッテリーセルの端子間電圧と前記外部電源供給端子の端子間電圧とを選択的に昇圧して前記マイクロコントローラに電源として供給する電源手段と、を有し、前記電源手段は、前記バッテリーセルが過放電状態である場合には前記外部電源供給端子の端子間電圧を昇圧し、この状態で前記マイクロコントローラに対して出力する電圧が所定の起動電圧に達したことを検出すると、そのことを前記マイクロコントローラに通知し、前記マイクロコントローラは、前記電源手段からの出力電圧が前記起動電圧に達したことの通知に応じて起動し、当該マイクロコントローラのシステムを初期化し、前記マイクロコントローラは、前記電源手段からの出力電圧が前記起動電圧に達したことの通知に応じた初期化処理時には、前記外部電源供給端子の端子間電圧に基づく電源電圧により動作し、その後前記バッテリーセルの端子間電圧が所定値まで上昇すると、出力する電圧を前記バッテリーセルの端子間電圧に基づく電源電圧に切り換えて出力するように前記電源手段を制御するバッテリーパックが提供される。

30

【0019】

このようなバッテリーパックでは、バッテリーセルの充電または放電の少なくとも一方の可否を制御することによるバッテリーセルに対する保護機能が、マイクロコントローラによって実行される。また、マイクロコントローラに対しては、電源手段により、バッテリーセルの端子間電圧と、バッテリーセルを充電するための外部電源供給端子の端子間電圧のいずれかが、選択的に昇圧されて供給され、マイクロコントローラは、これらの電圧のどちらかを電源として動作することが可能である。そして、バッテリーセルが過放電状態であるときには、マイクロコントローラは、電源手段からの通知に応じて、外部電源供給端子の端子間電圧を昇圧した電圧を電源として起動し、システムの初期化を行う。

40

【0020】

また、本技術では、バッテリーセルの充電または放電の少なくとも一方の可否を制御する

50

ことにより前記バッテリーセルを保護する保護機能を備えたバッテリー保護処理装置の起動制御方法において、前記バッテリーセルが過放電状態のときに、電源手段が、前記バッテリーセルを充電するための外部電圧が供給される外部電源供給端子の端子間電圧を昇圧して、前記保護機能を実行するマイクロコントローラに電源として供給し、前記電源手段が、前記マイクロコントローラへの出力電圧が所定の起動電圧に達したことを検出して通知し、前記マイクロコントローラが、前記電源手段の出力電圧が前記起動電圧に達したことの通知を受けると、起動して当該マイクロコントローラのシステムを初期化し、前記バッテリーセルの端子間電圧が所定値まで上昇すると、前記マイクロコントローラが、昇圧する電圧を前記外部電源供給端子の端子間電圧から前記バッテリーセルの端子間電圧に切り換えるように前記電源手段に要求し、前記電源手段が、前記マイクロコントローラからの要求に応じて、前記外部電源供給端子の端子間電圧に代えて、前記バッテリーセルの端子間電圧を昇圧して前記マイクロコントローラに供給し、前記マイクロコントローラは、前記電源手段からの出力電圧が前記起動電圧に達したことの通知に応じた初期化処理時には、前記外部電源供給端子の端子間電圧に基づく電源電圧により動作し、その後前記バッテリーセルの端子間電圧が所定値まで上昇すると、出力する電圧を前記バッテリーセルの端子間電圧に基づく電源電圧に切り換えて出力するように前記電源手段を制御するバッテリー保護処理装置の起動制御方法が提供される。

10

【0021】

このようなバッテリー保護処理装置の起動制御方法では、バッテリーセルが過放電状態のとき、電源手段により、外部電源供給端子の端子間電圧が昇圧されてマイクロコントローラに供給される。ここで、電源手段の出力電圧が所定の起動電圧に達すると、電源手段からの通知に応じて、マイクロコントローラが起動し、システムの初期化を行う。その後、バッテリーセルの端子間電圧が所定値まで上昇すると、マイクロコントローラへの電源電圧が、バッテリーセルの端子間電圧を昇圧した電圧に切り換えられる。

20

【発明の効果】

【0022】

本技術のバッテリーパックによれば、バッテリーセルを保護するマイクロコントローラが、電源手段からの出力電圧が所定の起動電圧まで確実に上昇した時点で起動されて初期化されるので、バッテリーセルに対する保護動作が安定化される。また、電源手段がバッテリーセルの端子間電圧および外部電源供給端子の端子間電圧を昇圧する構成としたことで、マイクロコントローラの動作を安定化することができる。さらに、バッテリーセルが過放電の状態では、外部電源供給端子の端子間電圧を昇圧した電圧を電源としてマイクロコントローラを起動する構成としたことで、マイクロコントローラを確実に起動させることができる。さらにまた、充電器が取り外された場合でも引き続き電源供給を受けることができる。

30

【0023】

また、本技術のバッテリー保護処理装置の起動制御方法によれば、バッテリーセルを保護するマイクロコントローラが、電源手段からの出力電圧が所定の起動電圧まで確実に上昇した時点で起動されて初期化されるので、バッテリーセルに対する保護動作が安定化される。また、バッテリーセルが過放電の状態では、外部電源供給端子の端子間電圧を昇圧した電圧を電源としてマイクロコントローラを起動させ、その後バッテリーセルの電圧が上昇すると、マイクロコントローラの電源電圧をバッテリーセルの端子間電圧を昇圧した電圧に切り換えることで、マイクロコントローラを確実に起動させ、その動作を安定化することができる。さらにまた、充電器が取り外された場合でも引き続き電源供給を受けることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本技術の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本技術の実施の形態に係るバッテリーパックの内部構成例を示す図である。

本技術のバッテリーパックは、二次電池と、この二次電池の残量表示のための処理機能や二次電池の異常状態に対する保護機能を実現する回路とを、一体のパッケージ内に収容し

50

たものである。また、本実施の形態では、二次電池としてリチウムイオン型のものを用いているが、リチウムイオン二次電池のように、放電電圧が比較的緩やかでかつ直線的に低下する放電特性を有する二次電池を用いることにより、バッテリー残容量を高精度に検出して、例えば使用可能な残り時間としてバッテリー残量を表示することが可能となる。

【0025】

図1に示すバッテリーパックは、リチウムイオン二次電池からなるバッテリーセル1、上記の残量表示用処理機能や保護機能の動作を制御する回路が同一半導体基板上に形成された統合処理回路2、放電制御用、充電制御用の保護スイッチSW1およびSW2、電流検出用の抵抗Rs、出力電圧の安定化のためのコンデンサC1、しきい値設定のための抵抗Rth1およびRth2、バッテリーセル1の温度を検出するサーミスタ3を具備している。

10

【0026】

このバッテリーパックにおいて、保護スイッチSW1およびSW2はそれぞれ構造上、ソースとドレインとの間にダイオードが等価的に内蔵されたMOSFETからなり、保護スイッチSW1は放電電流、保護スイッチSW2は充電電流をそれぞれ遮断することが可能となっている。従って、バッテリーセル1の充電時には、正極端子Eb1および負極端子Eb2に充電器が接続されるとともに、保護スイッチSW2がオンされる。また、正極端子Eb1および負極端子Eb2に放電負荷となる機器が接続されると、保護スイッチSW1がオンされることにより、この機器に電源を供給することが可能となる。

【0027】

また、統合処理回路2の電源は、電源端子CPin1およびCPin2の2カ所から供給され、これらは統合処理回路2内において切り換えて使用される。電源端子CPin1はバッテリーセル1の正極側に接続され、バッテリーセル1の電圧（以下、セル電圧と呼称する）を統合処理回路2に供給する。また、電源端子CPin2は保護スイッチSW1およびSW2の間に接続されており、後述するように、セル電圧が極端に低いときに、充電器からの供給電圧により統合処理回路2を動作させることが可能となっている。なお、保護スイッチSW1およびSW2の動作は、それぞれ出力端子DISおよびCHGからの出力電圧に応じて切り換えられる。

20

【0028】

また、統合処理回路2は、各種の入出力端子をさらに備えている。入力端子ADCinはバッテリーセル1の正極側に接続され、入力端子CSPおよびCSNは抵抗Rsの両端にそれぞれ接続され、入力端子HVINは正極端子Eb1と保護スイッチSW2との間に接続される。入出力端子UARTは、このバッテリーパックが装着された機器との間で通信を行うための端子であり、コントロール端子4を介して機器の通信端子と接続される。出力端子VAAは、3.4Vの基準電圧（統合処理回路2の動作電圧）を出力する。入力端子ODIは、出力端子VAAからの基準電圧が抵抗Rth1およびRth2により分圧された電圧が印加される。出力端子THRMからは、サーミスタ3に対する制御信号が出力され、サーミスタ3からの出力信号が入力端子AIN0に供給される。

30

【0029】

図2は、統合処理回路2の内部構成例を示すブロック図である。

図2に示すように、統合処理回路2は、大別して、電源回路10、過電流検出回路20、およびマイクロコントローラ（以下、マイコンと略称する）30を具備している。電源回路10は、マイコン30の駆動電圧を供給するためのチャージポンプ回路11およびリニアレギュレータ12と、マイコン30をリセットするためのリセット回路13および14を具備している。

40

【0030】

チャージポンプ回路11は、電源端子CPin1およびCPin2のいずれかからの供給電圧を選択して、1.5倍または2.0倍に昇圧する。リニアレギュレータ12は、チャージポンプ回路11によって昇圧された入力電圧を、3.4Vに安定化する。リニアレギュレータ12の出力電圧は、駆動電圧としてマイコン30に供給されるとともに、出力端子VAAから出力され、またリセット回路13および14にも供給される。

50

【0031】

リセット回路13および14は、リニアレギュレータ12の出力電圧と基準電圧とを比較する比較器を具備して、マイコン30の起動動作を制御するためのパワー・オン・リセット信号（以下、信号PORと呼称する）およびパワー・フェイル・ワーニング信号（以下、信号PFWと呼称する）の各出力レベルを、比較器の比較結果に応じて変化させる。リセット回路13は、リニアレギュレータ12の出力電圧が、マイコン30を起動するために最低限必要な電圧（本実施の形態では2.7V）以上のときに、信号PORをLレベルにする。また、リセット回路14は、リニアレギュレータ12の出力電圧が、マイコン30が安定動作する最低電圧（本実施の形態では3.0V）以上のときに、信号PFWをLレベルにする。各リセット回路13および14の出力信号は、マイコン30のリセットタイミングを検出するための図示しないリセット端子に入力される。

10

【0032】

過電流検出回路20は、入力端子CSNおよびODIの端子間電圧から電流値を検出し、過電流と判断された場合に、このことを割り込みによりマイコン30（CPU31）に通知するとともに、保護スイッチSW1およびSW2を制御してバッテリーセル1を保護するための動作を行う。なお、この過電流検出回路20の内部構成については、後の図9において説明する。

【0033】

マイコン30は、CPU（Central Processing Unit）31、プログラムメモリ32、ROM（Read Only Memory）33、RAM（Random Access Memory）34、EEPROM（Electrically Erasable Programmable ROM）35、タイマ36、ウォッチドッグタイマ（Watch Dog Timer）37、ADコンバータ38、フューエルゲージ（Fuel Gauge）39、I/Oポート40、通信I/F（インタフェース）41、およびFETドライバ42が、データバス43により相互に接続された構成を有している。また、各ブロックを動作させるための異なる周波数（32kHz、6MHz）のインストラクションクロックをそれぞれ発生させるクロック発振器44aおよび44bを内蔵している。

20

【0034】

CPU31は、プログラムメモリ32やEEPROM35に格納されたプログラムを読み出して実行することにより、マイコン30全体の動作を制御する。プログラムメモリ32は、不揮発性の記憶媒体であり、マイコン30の各部を動作させるためのプログラムがあらかじめ記憶される。ROM33には、CPU31によるプログラムの実行時に必要なデータなどがあらかじめ記憶される。RAM34は、例えばSRAM（Static RAM）からなり、CPU31に実行されるプログラムの一部や、プログラムによる処理に必要なデータを一時的に記憶する。また、マイコン30はこの他に、不揮発性メモリとしてEEPROM35を具備しており、EEPROM35には、CPU31に実行させるソフトウェアや設定データなどを記憶するとともに、これらを随時書き換えることが可能となっている。

30

【0035】

タイマ36は、マイコン30内の各部で必要な時間を計測する。ウォッチドッグタイマ37は、タイマ36による計時時間に基づいて、CPU31により実行されるコマンドを監視し、システムの異常停止状態であると判別した場合に、マイコン30を自動的にリセットする。

40

【0036】

ADコンバータ38は、入力端子ADCin、AIN0、HVINおよびPCKPからの信号をデジタル信号に変換し、CPU31に供給する。これにより、マイコン30は、バッテリーセル1の充放電電圧や温度、充電器の装着の有無、充電電圧の印加の有無などの情報を取得することが可能となっている。

【0037】

フューエルゲージ39は、入力端子CSPおよびCSNの端子間電圧よりバッテリーセル1に流れる電流の量をカウントして、その電流値を積算する回路である。積算した電流値

50

はCPU 31に出力され、バッテリーセル1の残量を計算するために用いられる。なお、フェューエルゲージ39の内部構成については、後の図11において説明する。

【0038】

I/Oポート40は、各種入出力端子からのデータ入出力を行うポートであり、例えば、CPU 31からの制御信号がI/Oポート40から出力端子THRMに出力され、サーミスタ3の動作が制御される。通信I/F 41は、このバッテリーパックが装着された機器との間で通信を行うためのインタフェース回路であり、主に、バッテリーセル1の残量表示に必要な情報をCPU 31から受けて機器に送信する。

【0039】

FETドライバ42は、放電、充電制御のための保護スイッチSW1およびSW2の動作を制御するためのドライバ回路であり、CPU 31および過電流検出回路20からの制御信号に基づいて動作する。

【0040】

このような統合処理回路2では、バッテリーセル1の残量表示用処理がマイコン30により実現されるとともに、バッテリーセル1の保護機能についても、主としてマイコン30の制御により実現される。具体的には、マイコン30は、ADコンバータ38により取得される電圧や温度などの情報を基に、バッテリーセル1が過充電および過放電となった状態を検出して、充電用、放電用の保護スイッチSW1およびSW2などを制御することで、これらの異常状態からバッテリーセル1を保護する。

【0041】

また、このような保護機能を実現するマイコン30は、誤作動なく安定的に動作する必要がある。しかし、マイコン30の電源としては、通常動作時には当然、バッテリーセル1の出力電圧が用いられ、バッテリーセル1の出力電圧は状況により大きく変動するため、マイコン30を安定動作させることは難しい。このために、電源回路10内のリセット回路13および14の出力信号に応じて、マイコン30の起動時の動作を制御するとともに、バッテリーセル1の状態に応じて、電源としてバッテリーセル1からの供給電圧とバッテリーパックに接続された充電器からの供給電圧とを切り換えることで、マイコン30を安定的に動作させる。これにより、電源回路10などの周辺回路とマイコン30との1チップ化が可能とされたことが、本技術の特徴である。

【0042】

〔マイコンの起動制御〕

まず、マイコン30を安定的に動作させるための前提となる起動時の制御について説明する。

【0043】

上記のマイコン30は、それ自体がバッテリーセル1に対する保護機能を制御することから、動作時における安定性を保証する必要がある。しかし、二次電池は、自己放電や、過電流によるショートにより、セル電圧が著しく低下する場合がある。このような電圧低下により、電源回路10からマイコン30に供給される電圧が、マイコン30の動作電圧（本実施例では3.4V）より低くなることがあり、この場合にはマイコン30を安定的に動作させることができない。さらに、長時間放置された場合には、0Vまで低下することもあり得る。この場合には、マイコン30の制御によりバッテリーセル1を充電させることも不可能になる。

【0044】

マイコン30の安定動作のために、例えば、マイコン30の最低動作電圧をより低下させる（例えば1.8Vなど）方法を採用することが考えられる。しかし、この方法によりマイコン30の動作が不安定になる事態が発生する確率を低くすることはできるが、マイコン30の不安定状態がなくなる訳ではなく、保護機能の安定動作は保証されない。従って、特に、バッテリーセル1が長時間放置され、電圧が0Vに近い場合を必ず想定して、保護機能が安定的に動作するように設計する必要がある。

【0045】

以下、例として、セル電圧が0 Vとなった場合を想定して説明するが、セル電圧の低下によりマイコン30が停止状態（シャットダウン）とされた場合には、同様な制御が行われる。

【0046】

図3は、充電時におけるバッテリーセル1の電圧変化を示すグラフである。

バッテリーセル1の充電が行われる際には、正極端子Eb1および負極端子Eb2に充電器が接続される。図3では、セル電圧が0 Vの状態から充電を開始した場合のセル電圧とともに、充電器の出力電流値の変化も並記している。

【0047】

セル電圧が0 Vのように極端に低い場合には、バッテリーセル1の劣化や、その内部において電極の微少ショートが発生している可能性があり、信頼性、安全性に問題がある。このため、図3のように、充電開始直後の一定時間では、充電器による充電電流を50 mA～100 mA程度に低く設定することが、従来から行われている。このような初期充電電流により、セル電圧は緩やかに上昇し、一定時間後に充電器が通常動作に移行すると、680 mAの定電流を出力する。なお、本実施の形態で用いたリチウムイオン二次電池のセルでは、5時間容量測定法により放電容量が680 mAhとなるので、1 C（680 mA）の定電流で充電が行われる。そして、セル電圧が過充電検出電圧の4.25 Vに達すると、これ以後は保護スイッチSW2がオフされることで（あるいは、これに加えて充電器側の出力制御により）セル電圧は4.25 Vに保持される。

【0048】

ところで、本実施の形態では、マイコン30の電源電圧は3.4 Vであり、また、バッテリーセル1の満充電電圧は4.2 V、放電終止電圧は3.0 Vであるので、放電終止電圧はマイコン30の電源電圧以下となる。このため、バッテリーセル1の放電電圧を昇圧してマイコン30に供給する必要があるため、このために電源回路10にチャージポンプ回路11およびリニアレギュレータ12を設けている。すなわち、チャージポンプ回路11に入力された電圧は2.0倍または1.5倍に昇圧され、リニアレギュレータ12において3.4 Vに安定化される。

【0049】

さらに、マイコン30を安定的に起動し、動作させるためのタイミングを与えるために、リニアレギュレータ12の出力電圧を比較器により基準電圧と比較するリセット回路13および14が設けられている。

【0050】

図4は、リセット回路13および14からの出力信号と、バッテリーセル1およびマイコン30の電源電圧との関係を示す図である。

正極端子Eb1および負極端子Eb2に充電器が接続され、充電が開始されると、充電器から図3のように初期充電電流として50 mA～100 mAの電流が流れる。これにより、図4（A）に示すように、セル電圧は緩やかに上昇していく。そして、例えばセル電圧が1.2 Vに達したとき、電源回路10が起動する。このとき、チャージポンプ回路11は入力電圧を2.0倍に昇圧し、図4（B）のようにマイコン30には2.4 Vの電圧が印加される（タイミングT41）。

【0051】

なお、電源回路10は、マイコン30への供給電圧が、マイコン30が起動するための最低の電圧Vpor（2.7 V）に達するか、あるいはそれよりわずかに低い電圧に達する状態となった場合に起動するように設定される。また、リニアレギュレータ12の出力側に接続されたコンデンサC1の容量は、バッテリーセル1の接点のショートやセル内部の微少ショートにより、充電開始後にセル電圧が不安定に上昇した場合を想定して、このときの電圧変動幅を吸収し、出力電圧が安定化するように設定される。

【0052】

電源回路10からの出力電圧が電圧Vporに達していないときは、図4（C）に示すように、リセット回路13および14からの信号PORおよびPFWとともにHレベルと

10

20

30

40

50

なっている。そして、この後に電源回路10の出力電圧が電圧 V_{por} に達すると、リセット回路13からの信号PORがLレベルになる（タイミングT42）。このタイミングは、マイコン30のリセットタイミングを与えるものである。マイコン30は、供給される電源電圧が電圧 V_{por} 付近に達することにより起動するが、印加電圧が十分でないために、不安定な状態のまま動作し、暴走してしまう可能性がある。このため、信号PORがLレベルとなったタイミングで、マイコン30のシステムをリセットすることで、その後のマイコン30の動作を確実に安定化させることができる。

【0053】

ここで、上記のタイミングT42では、例えばCPU31内あるいはRAM34内のレジスタの初期化などのみ実行され、バッテリセル1を保護処理のための初期設定処理が実行されないようにしておく。そして、さらにセル電圧が上昇し、マイコン30への供給電圧が、このマイコン30が安定動作する最低の電圧 V_{pfw} （3.0V）に達したとき、リセット回路14からの信号PFWがLレベルとなる（タイミングT43）。このとき、マイコン30の正常動作が可能な状態であることが判定され、バッテリセル1の保護処理のための設定値の読み込みなどが開始され、保護機能の動作が開始される。

【0054】

以上のように、リセット回路13および14からの出力信号に基づき、マイコン30に供給される電源電圧が、起動するのに十分な値となるまでマイコン30を起動させず、起動直後にマイコン30を自動的に初期化して、さらに、電源電圧が安定動作が可能な値となるまでマイコン30によるバッテリセル1の保護処理を起動させないように制御することで、マイコン30が不安定な状態で起動して暴走し、バッテリセル1の保護機能が正しく動作しない事態が回避される。また、このような制御が、リセット回路13および14という最小限のアナログ回路を用いて実現され、マイコン30と同一の半導体基板上に容易に集積することが可能となっている。

【0055】

ところで、セル電圧が0Vやそれに近い状態では、電源端子Cpin1からの供給電圧によりマイコン30を起動させることはできない。しかし、充電が開始された状態では、充電器の出力が安定的に供給される。このため、上記の統合処理回路2では、セル電圧が所定値（例えば2.2V）以下の場合には、充電器の出力電圧、すなわち電源端子Cpin2から供給される電圧を用いてマイコン30を起動するようにしている。

【0056】

図5は、マイコン30の起動時および安定動作時に供給される電源の経路を模式的に示す図である。

図5（A）は、セル電圧が2.2V以下の状態から充電を開始した際の電源供給経路を示している。このとき、マイコン30は停止状態（シャットダウン）で、保護スイッチSW1およびSW2はともに通電状態になっている。従って、チャージポンプ回路11の入力を電源端子Cpin2の側に切り換えておくことにより、マイコン30に対して電源を供給し、起動させることが可能となる。

【0057】

マイコン30の起動後、電源電圧がある程度安定するまでの間、マイコン30は充電器からの印加電圧により動作する。そして、CPU31の処理により、ADコンバータ38からの出力信号に基づいてセル電圧が所定値（本実施の形態では2.5V）に達したことが検出されると、チャージポンプ回路11への入力を電源端子Cpin1に切り換える。これにより、チャージポンプ回路11には、図5（B）に示すようにバッテリセル1からの出力電圧が印加され、この電圧によりマイコン30の電源電圧が生成される。また、このように起動後に動作が安定したタイミングでチャージポンプ回路11の入力を電源端子Cpin1に切り換えることにより、充電器が取り外された場合でもマイコン30がバッテリセル1からの電源供給を引き続き受けることが可能となる。

【0058】

なお、チャージポンプ回路11の入力を電源端子Cpin1に切り換えるタイミングを

与えるための検出電圧は、バッテリーセル1が後述する過放電状態であることをマイコン30が判別するセル電圧（本実施の形態では2.5V）より高く設定することが望ましい。これにより、マイコン30をより安定的に動作させることができる。

【0059】

図6は、起動直後におけるマイコン30の処理の流れを示すフローチャートである。

ステップS601において、リセット回路13からの信号PORがLレベルになると、ステップS602に進む。ステップS602において、マイコン30が起動され、CPU31内あるいはRAM34内のレジスタの初期化などの初期化処理が実行される。ここでは、マイコン30の起動後に最低限必要な処理のみ行われ、バッテリーセル1の保護処理は起動しない。

10

【0060】

ステップS603において、リセット回路14からの信号PFWのレベルを監視し、信号PFWがLレベルになると、バッテリーセル1の保護やバッテリー残量算出などのマイコン30の通常処理がCPU31により実行され、マイコン30が完全に起動する。このプログラムの初期処理として、以下のような処理が行われる。

【0061】

ステップS604において、ウォッチドッグタイマ37の設定値をクリアする。マイコン30に内蔵されたウォッチドッグタイマ37は、マイコン30の暴走を防止する機能を有しているが、電源電圧の上昇に伴う起動時にはマイコン30自身と同様、ウォッチドッグタイマ37自身の初期設定が不定となっている可能性がある。マイコン30自身でバッテリーセル1の保護機能を主に実現する上では、このような事態を防止する必要がある、マイコン30の起動直後のタイミングで、例えば暴走状態を判定するための時間など、ウォッチドッグタイマ37の設定値をクリアし、動作可能状態にすることが、マイコン30の安定動作のために効果的である。なお、ウォッチドッグタイマ37は、初期設定値をクリアすると、動作可能状態となったことを示すイネーブル信号をCPU31に対して送信する。

20

【0062】

ステップS605において、ステップS603で信号PFWがLレベルになったタイミングから、タイマ36により300msecの時間をカウントさせ、この間マイコン30を待機状態とする。このステップでは、図4（B）に示したように、マイコン30への電源電圧が起動後にさらに上昇する可能性があることから、できるだけ電源電圧を上昇させてマイコン30を安定的に動作させるために、マイコン30のインストラクションクロックの周波数に対して十分長い時間だけ待機状態にした後、以下の処理を実行するようにしている。

30

【0063】

ステップS606において、実行中のソフトウェアにあらかじめ設定された各種設定値を反映させて、過充電、過放電などのバッテリーセル1の異常状態に対する保護処理の実行を開始する。ここで反映される設定値としては、例えば、ADコンバータ38への入力値により検出される、過充電、過放電などの異常状態を検出するためのバッテリーセル1の電圧や温度などを含む。ステップS607において、CPU31などマイコン30内部に設けられたレジスタの値を初期化する。

40

【0064】

マイコン30は、それ自身の制御によりバッテリーセル1の保護機能を実現するが、この保護機能のための各種設定値は、不揮発性メモリ（本実施の形態ではEEPROM35）を用いて自由に変更することが可能となっている。また、製造された個々のマイコン30では特性にバラツキが生じることがあり、上記の各種設定値にマイコン30ごとの補正値を反映させた値を不揮発性メモリに記憶させ、この値を用いて動作させることも可能となっている。さらに、後述するように、セル電圧の低下によりマイコン30が停止した際に、停止する直前（例えば、セル電圧が所定の電圧より低くなったとき）に、再起動後の処理に必要な各種設定値を不揮発性メモリに記憶しておき、再起動後にこの設定値を読み出

50

して処理に使用することも可能となっている。

【0065】

しかし、不揮発性メモリに記憶された設定値を読み出してCPU31の動作に反映させるためには、ある程度の時間が必要であり、起動直後から保護機能を安定的に作動させるのには適当でない。そこで、マイコン30の起動直後には、実行中のソフトウェア内であらかじめ設定された設定値を用いて動作させる。すなわち、このとき用いられる設定値はプログラムメモリ32にあらかじめ記憶されたものであり、プログラムメモリ32内のソフトウェアの実行に伴い、CPU31に読み出される。そして、その後の所定のタイミングで不揮発性メモリに記憶された設定値をあらためて読み込み、動作させる。このような制御により、起動直後から継続的かつ安定的に保護機能を作動させることができるとともに、各種設定値の自由度を高め、汎用性を持たせることができる。

10

【0066】

不揮発性メモリに記憶された設定値を反映させるタイミングは、例えばマイコン30の電源電圧が一定値に達したタイミングとすることができる。すなわち、ステップS608において、ADコンバータ38を通じて検出されるセル電圧に基づいて、マイコン30へ供給される電源電圧が2.5V以上となったときに、ステップS609に進む。ステップS609において、設定値変更のために必要なレジスタを初期化する。そして、ステップS610において、EEPROM35から読み出した設定値を反映させて、バッテリーセル1の保護処理を続行する。これにより、マイコン30は通常の動作状態に遷移する。また、ステップS611において、チャージポンプ回路11の入力を電源端子Cpin1に切り換え、バッテリーセル1からの電源の供給を受けるようにする。

20

【0067】

以上の処理により、セル電圧がマイコン30の駆動が不可能な値まで低下した場合にも、マイコン30を確実に安定的に起動し、動作させて、バッテリーセル1に対する保護機能を正確に動作させることが可能となる。

【0068】

〔バッテリーセルの状態遷移制御〕

次に、マイコン30によるバッテリーセル1の保護機能の制御について、詳しく説明する。この保護機能では、セル電圧の値をA/Dコンバータを通じて検出することでその状態を把握し、状態に応じた処理を主にマイコン30のソフトウェア制御により安定的に実現させる。

30

【0069】

図7は、セル電圧に応じた状態遷移を説明するための図である。

図7では、バッテリーセル1が満充電の状態を起点として、セル電圧の変化に応じて規定される状態を順次示している。二次電池では、寿命の短縮や容量劣化、電池自身の変質などを起こさないように、通常の使用時にはセル電圧がある一定の範囲内であることが求められる。リチウムイオン二次電池の場合、セル電圧が3.0V～4.2Vの範囲内で使用されることが推奨されている。このため、セル電圧を基準とした場合には、セル電圧がほぼ上記の範囲となる通常動作状態を挟んで、セル電圧が過剰である過充電状態と、セル電圧が不足している過放電状態とが規定される。

40

【0070】

図7に示すように、例えばバッテリーセル1が満充電である状態のような通常動作状態では、充電器によるさらなる充電と、放電負荷の接続による放電の双方が許可される。すなわち、マイコン30の制御により、保護スイッチSW1およびSW2がオンされる。この状態から、放電によりセル電圧が所定値以下に低下すると、バッテリーセル1を保護するために放電を不許可とする過放電状態に移行し、保護スイッチSW1がオフされる。

【0071】

ところで、マイコン30自身もセル電圧を電源として動作しているため、セル電圧がさらに低下すると動作することが不可能になる。このとき、マイコン30を停止させる状態（シャットダウン）に移行する。

50

【0072】

また、前述したように、充電器が接続されて、セル電圧がある程度上昇すると、マイコン30が起動される。起動後には過放電状態に移行するが、そのうち起動直後の段階では、図6で説明したような起動処理が行われる起動処理状態とされ、充電のみ許可、すなわち保護スイッチSW1およびSW2がそれぞれオフ、オンの状態とされるとともに、電源の供給源が充電器側（すなわち電源端子C P i n 2）とされる。そして、充電によりセル電圧が所定値以上となると、電源の供給源を電源端子C P i n 1に切り換えて、バッテリーセル1を電源として動作させる。さらに、セル電圧が所定値以上となると、通常状態に戻り、保護スイッチSW1もオンされて、充電、放電の双方が許可される。

【0073】

また、バッテリーセル1が満充電となった後にもさらに充電が続行されると、過充電状態に移行して、保護スイッチSW2がオフされて、放電のみ許可された状態となる。過充電状態では、放電によりセル電圧が所定値以下に低下したときに、通常状態に移行する。

【0074】

以上の状態遷移において、各状態への移行を判定するためのセル電圧の値は、バッテリーセル1の特性を十分考慮して設定される。このため、例えば、状態が遷移する方向によって、異なるしきい値を用いる必要が生じる場合もある。状態遷移に応じた処理をソフトウェア制御により実行することで、複雑な回路を用いることなく、しきい値などを容易に細かく設定することが可能となる。

【0075】

また、上記の状態に加えて、電極間やセル内部のショートにより放電電流が過剰となる過電流状態に移行する場合もある。過電流状態への移行は、過電流検出回路20により判断されるが、この状態からの復帰はマイコン30により制御される。

【0076】

図8は、状態遷移制御の流れを詳しく説明するための図である。以下、この図8を用いて、状態が遷移する際のセル電圧・放電電流の具体的なしきい値、およびこのときの処理について説明する。

【0077】

(1) 過充電状態の検出・復帰

バッテリーセル1の過充電状態は、マイコン30において、ADコンバータ38を介して検出されるセル電圧V c e l lに基づいて、CPU31により判断される。図8に示すように、セル電圧V c e l lが4.25Vに達したとき、過充電状態であることを検出し、FETドライバ42から出力端子CHGに出力する制御電圧を変化させて、保護スイッチSW2をオフさせる。これにより、バッテリーセル1の充電が強制的に停止される。

【0078】

なお、このような処理とともに、CPU31は、過充電状態となったことを、状態遷移の履歴としてEEPROM35に書き込む。この履歴は、例えば、バッテリーセル1の残量算出処理の際に、異常発生に応じて算出値を補正するため、あるいはバッテリーセル1の故障検出などに使用することができる。

【0079】

そして、過充電状態から、セル電圧V c e l lが4.15Vより低くなったとき、通常状態となったことを検出して、保護スイッチSW2をオン状態に戻す。ここで、過充電状態への遷移時と、通常動作状態への復帰時とで検出電圧を同じにした場合には、過充電状態に遷移して保護スイッチSW2をオフしたときに、セル電圧V c e l lが即座に低下して、通常動作状態への遷移が検出される。これにより充電が再開され、セル電圧V c e l lがまた上昇して、過充電状態へ遷移し、過充電状態と通常動作状態との間で遷移を何度も繰り返すハンチングが発生してしまう。このような事態を防止するために、リチウムイオン二次電池の満充電電圧である4.2Vを挟んで、過充電状態への遷移時の検出電圧を、復帰時の検出電圧より低く設定している。

【0080】

以上の処理により、過充電状態の発生をマイコン30により正確に検出して、充電動作を停止させることができ、バッテリーセル1の電極にイオンが析出する、あるいは発煙、発火が生じるなどの事態が確実に防止され、安全性を保つことができる。また、バッテリーパックに接続する充電器の故障を検出することも可能である。

【0081】

なお、以上の説明では、状態遷移の検出をセル電圧 V_{cell} のみに基づいて行っているが、これに加えてサーミスタ3により検出されるバッテリーセル1の温度情報をADコンバータ38から取得し、状態遷移検出に用いることで、安全性をより高めることができる。例えば、温度情報の値が60℃を超える場合には、いかなる状態においても充電を禁止する。あるいは、温度情報の値が60℃を超える場合には、過充電を検出するしきい値電圧を0.1V程度低下させるようにしてもよい。

10

【0082】

(2) 過放電状態の検出・復帰

通常動作状態から過放電状態への遷移は、セル電圧 V_{cell} が2.6Vより低くなったときに検出される。この検出により、保護スイッチSW1をオフにして、放電電流を遮断する。また、このとき、上記の過充電状態への遷移時と同様に、過放電状態へ遷移したことを、履歴としてEEPROM35に書き込んでおく。

【0083】

ここで、リチウムイオン二次電池の場合、放電終止電圧は3.0Vに設定されており、バッテリーセル1を電源として動作している機器は、この放電終止電圧において機器の動作を停止するように設定されている場合がある。このとき、マイコン30による過放電状態の検出電圧を、放電終止電圧と同じにしてしまうと、接続された機器の動作停止タイミングと、保護スイッチSW1をオフするタイミングとが一致して、機器における動作停止のための処理が正常に完了せず、不具合が生じる場合がある。このため、過放電状態の検出電圧を放電終止電圧よりわずかに低くして、機器が正常に動作を停止した後に、保護スイッチSW1をオフし、放電電流を遮断するようにしている。

20

【0084】

また、過放電状態に遷移した場合には、この後にさらにセル電圧 V_{cell} が低下して、マイコン30の動作を停止させる状態（シャットダウン）に遷移する可能性がある。このため、過放電状態に遷移した時点で、マイコン30のRAM34などに一時的に設定された値など、その後にマイコン30が再起動された場合に必要な情報を、EEPROM35に記憶しておく。なお、このとき記憶させた情報は、マイコン30が再び起動された後、マイコン30への電源電圧が安定したタイミングにCPU31により読み出され、動作に反映させることができる（図6のステップS610に対応）。

30

【0085】

一方、過放電状態から通常動作状態への遷移は、セル電圧 V_{cell} が2.65Vより高くなり、かつ、充電器が接続されて充電が行われていることが検出されている場合に判定する。リチウムイオン二次電池では、放電を停止させた直後に、セル電圧が一時的に上昇することが知られている。このため、通常動作状態から過放電状態への遷移の検出電圧と、通常動作状態への復帰検出電圧とを同じにすると、これらの状態の間で遷移を繰り返すハンチングが発生する場合がある。そこで、通常動作状態への復帰検出電圧を、過放電状態の検出電圧よりわずかに高くし、かつ、充電が開始されない限り通常動作状態に復帰させないことで、過放電状態への遷移から通常動作状態への復帰までに時間を要するようにして、ハンチングの発生を確実に防止している。

40

【0086】

また、充電開始の検出は、充電器の接続を検知する入力端子PCKPからの信号レベルと、正極端子Eb1に接続された入力端子HVINの電圧値とを、CPU31がADコンバータ38を通じて取得し、判定することで行われる。

【0087】

以上の処理により、過放電状態の発生をマイコン30により正確に検出して、放電動作

50

を停止させることができ、電極内部の微少ショートや容量劣化などが確実に防止され、安全性を保つとともに、バッテリーセル1の寿命の短縮化を防止することができる。

【0088】

(3) シャットダウンの検出・復帰

過放電状態から、セル電圧 V_{cell} がさらに低下すると、マイコン30の動作が不可能な状態となる。過放電状態では、放電電流が遮断されているので、セル電圧 V_{cell} は主にマイコン30および電源回路10の電力消費により緩やかに低下していく。そして、バッテリーセル1の放電をさらに進行させないために、セル電圧 V_{cell} が2.2Vより低くなったときに、マイコン30は動作を停止した状態（シャットダウン）に遷移する。

10

【0089】

このとき、セル電圧 V_{cell} の低下によりバッテリーセル1を用いてマイコン30を起動できない状態であることから、次の起動時に充電器から電源供給を受けることができるように、チャージポンプ回路11の入力を電源端子 $CPin2$ に切り換えておく。

【0090】

そして、シャットダウンの状態から過放電状態への復帰は、図6において述べたように、マイコン30への供給電圧の上昇に応じてリセット回路13および14より与えられるリセットタイミングおよび起動処理開始タイミングに基づいて行われる。起動直後は充電器からの供給電圧を電源として動作し、その電圧がある程度安定化した段階、例えばセル電圧 V_{cell} が2.5Vを超えた段階で、チャージポンプ回路11の入力を電源端子 $CPin1$ に切り換え、過放電状態に完全に復帰する。

20

【0091】

以上の処理により、バッテリーセル1の電力低下を極力抑えけるとともに、充電開始後にマイコン30を誤作動することなく起動させ、バッテリーセル1の保護処理を安定的に開始させることができる。

【0092】

(4) 過電流状態の検出・復帰

バッテリーセル1の接点がショートされた場合などには、過大な放電電流が流れ、バッテリーセル1が異常発熱を起こすなどの事態が生じることがある。このような事態を防止するために、抵抗 R_s を用いて放電電流を検出し、過電流が発生した場合に保護スイッチ $SW1$ をオフし、放電電流を遮断する。

30

【0093】

ただし、この過電流の検出と保護スイッチ $SW1$ の制御は、マイコン30とは別に専用のハードウェアとして設けられた過電流検出回路20により行う。これは、例えばショートの発生時などに、保護スイッチ $SW1$ の切り換えを高速かつ安定的に行う必要があるからである。仮に、ショートによる過電流発生をマイコン30のソフトウェア制御により検出した場合、ショート発生後にマイコン30内の割り込みが発生し、マイコン30のインストラクションが作動するので、割り込み処理の開始直前におけるマイコン30のインストラクション状態によって保護スイッチ $SW1$ に対するオフ制御の時間が変化し、大きく遅延してしまうこともあり得る。このため、マイコン30内のインストラクションに関係なく保護スイッチ $SW1$ を動作させる必要がある。

40

【0094】

なお、後述するように、過電流状態からの復帰は充電開始により行われるため、過充電状態から過電流状態に遷移した場合にも、保護スイッチ $SW2$ をオンし、充電可能な状態とさせる。また、保護スイッチ $SW2$ をオンにする制御は、保護スイッチ $SW1$ のオフ制御と同様に過電流検出回路20により直接行われるか、あるいは過電流状態の遷移後に $CPU31$ の処理により行われてもよい。

【0095】

ここで、図9は、過電流検出回路20の内部構成例を示す図である。

過電流検出回路20は、図9に示すように、比較器21、デジタルディレイ回路22、

50

ラッチ回路 23、およびANDゲート回路 24を具備している。比較器 21の入力端子は、それぞれ入力端子ODIおよびCSNに接続され、比較器 21は、入力端子間の電圧が所定値以上の時に、出力信号をHレベルにする。ここで、過電流状態への遷移を検出するしきい値は3.4Aとされ、比較器 21における電圧比較により3.4Aのしきい値電流の比較が可能となるように、抵抗Rth1およびRth2の抵抗値が設定される。

【0096】

デジタルディレイ回路 22は、比較器 21の出力信号を5mscだけ遅延させる。また、入力信号がHレベルの立ち上がりタイミングから5msc以内にLレベルに変わった場合には、出力信号をリセットする。これにより、5msc以下の瞬間的な過電流を検出しないように設定されている。ラッチ回路 23は、クロック発振器 44aまたは44bからのクロック信号により、デジタルディレイ回路 22の出力をラッチする。ラッチされた信号はFETドライバ 42に供給され、この信号がHレベルとなったタイミングで、保護スイッチSW1が強制的にオフされる。また、ラッチされた信号は、他方の入力端子にクロック信号が入力されるANDゲートを介してCPU31に供給され、この信号によりCPU31に割り込みが行われる。

10

【0097】

このような過電流検出回路 20により、マイコン 30のインストラクション状態に関係なく、比較器 21による過電流検出に基づいて保護スイッチSW1を高速にオフさせ、バッテリーセル 1の保護効果を高めることができる。

【0098】

20

ただし、ビデオカメラやデジタルスチルカメラのように、レンズ駆動やテープ巻き取りなどにモータを使用する電子機器では、モータを駆動する際に非常に大きな突入電流（ラッシュ電流）が瞬間的に発生することが知られている。同様な突入電流は、ストロボ使用時などにも発生する。比較器 21を用いることで過電流を高速に検出することができるが、突入電流の発生時に過電流発生と誤って判断して保護スイッチSW1をオフする事態を回避する必要がある。このため、デジタルディレイ回路 22を用いて、5msc以下の瞬間的な過電流を検出しないように設定することで、突入電流による誤作動を防止し、保護機能の動作安定性を確保することができる。

【0099】

また、過電流の検出により、過電流検出回路 20からはマイコン 30に対して割り込みが行われる。マイコン 30のCPU31は、割り込み発生を検出すると、異常状態を記憶するレジスタ（ここではRAM34）に、過電流の発生を示す状態設定を行う。そしてCPU31は、割り込み発生後にこのレジスタの設定値を読み出すことで、過電流の発生を認識することができ、その後の過電流状態からの復帰処理をマイコン 30の制御によりスムーズに実行することができる。さらに、読み出された設定値はEEPROM35に履歴として記録され、故障検出などに活用することができる。例えば過電流が繰り返し発生している場合には、バッテリーパックに接続される機器の放電電流が大きい、あるいはバッテリーセル 1がショートしている可能性が高いと判断することができる。

30

【0100】

ここで、図8に戻って、過電流状態からの復帰処理についてさらに説明する。

40

過電流状態から通常動作状態に復帰する方法としては、放電負荷が開放されたことを検出して自動復帰する方法が考えられる。しかし、例えばバッテリーパックをポケットなどに入れておいたときに、鍵などの金属が電極に接触してショートが発生する場合に、金属と電極とが接触・離反を繰り返すチェーンショートと呼ばれる事態が発生することがある。このとき、上記の復帰方法では、バッテリーセル 1は過電流状態と通常状態とを繰り返すことになり、異常発熱が発生する場合がある。また、過電流の発生時にはセル電圧がマイコン 30の動作電圧以下に低下するため、このような事態が繰り返されるとマイコン 30の動作が不安定になる。

【0101】

以上のことを鑑みて、図8に示すように、過電流状態からは充電を行わない限り復帰し

50

ないようにしている。すなわち、入力端子 P C K P および H V I N からの検出信号により、充電器の接続と充電電圧の印加とが検出されたときに、通常動作状態に復帰するように制御する。

【0102】

また、過電流検出後に、長期間充電が行われない場合もあり得るが、この場合には、過放電状態からマイコン 30 の停止状態（シャットダウン）に遷移する場合と同様に、セル電圧 V c e l l が 2.2 V より低くなった場合に、マイコン 30 の動作を停止させるように制御する。

【0103】

以上説明したように、本技術の実施の形態にかかるバッテリーパックでは、バッテリーセル 1 の保護機能のうち、過充電状態における充電電流遮断制御、および過放電状態における放電電流遮断制御を、マイコン 30 の制御により安定的に行うことが可能である。また、過電流状態の検出とこのときの放電電流遮断制御は、マイコン 30 による制御とは無関係に動作する過電流検出回路 20 により行われるので、過電流に対する保護動作も確実に実行される。

【0104】

このように、バッテリーセル 1 の保護機能を主としてマイコン 30 のソフトウェア制御により実現することで、回路規模や製造コストが削減されるとともに、異常状態検出のためのしきい値電圧を容易に細かく設定できるなど、バッテリーセル 1 の特性に応じたより高精度な制御を行うことが可能となる。

【0105】

〔マイコンによるバッテリーセル保護処理および残量算出処理の最適化〕

上述したように、バッテリーセル 1 の保護機能は、セル電圧の検出に基づいて過充電および過放電の状態を検出し、さらに放電電流の検出に基づいて過電流の状態を検出して、各状態に応じた充電電流、放電電流の遮断制御を行うことにより実現される。このうち、マイコン 30 の処理では、C P U 31 が、A D コンバータ 38 を通じてセル電圧の値を取得し、通常動作状態、過充電状態および過放電状態を判断して、状態に応じて保護スイッチ S W 1 および S W 2 の動作を F E T ドライバ 42 を通じて制御する。また、セル電圧に加えて、サーミスタ 3 によって検出されたバッテリーセル 1 の温度の情報を、A D コンバータ 38 を通じて取得し、同様に保護スイッチ S W 1 および S W 2 の動作を制御して異常発熱などから保護するようにしてもよい。

【0106】

このような処理では、マイコン 30 の C P U 31 は、バッテリーセル 1 の電圧や温度の情報を所定時間ごとに A D コンバータ 38 から読み込み、これらの値に応じた処理を実行する。例えば、バッテリーパックに機器が接続され、その機器にバッテリーセル 1 から電源が供給されている状態では、バッテリーセル 1 を安全に保護するために、バッテリーセル 1 の電圧や温度を A D コンバータ 38 から読み込む間隔はできるだけ短いことが望ましい。

【0107】

一方、マイコン 30 は、上記のようなバッテリーセル 1 の保護処理とともに、バッテリーセル 1 の残量を算出し、機器と通信して算出した情報を機器に送信する処理を行う。このような処理により、機器に搭載されたディスプレイに、バッテリーセル 1 の残容量や、使用可能な残り時間などを表示させることが可能となる。

【0108】

バッテリー残量算出処理を行うために、C P U 31 は、上述した保護処理と同様、A D コンバータ 38 を通じて、バッテリーセル 1 の電圧、充放電電流、放電終止電圧（実際には過放電状態の検出電圧により近似）、温度を取得する必要がある。また、バッテリー残量算出処理ではさらに、接続された機器が消費した電力（電流）と、この機器に固有に設定される放電終止電圧（最低動作電圧）とが必要となる。そして、これらの情報を基に算出した値を、通信 I / F 41 を通じて機器に送信する。

【0109】

ここで、機器がバッテリーセル1を電源として動作する場合、例えばビデオカメラの場合は連続撮影可能時間が10時間程度、デジタルスチルカメラの場合は1時間程度といったように、1時間以上の比較的長い時間に渡って動作することから、バッテリー残量の表示は、例えば1分、あるいは5～10分程度の間隔で更新することで、ユーザから要求される表示精度を十分満足することができる。

【0110】

従って、バッテリー残量算出処理による算出値は、保護処理ほど短い周期で機器に送信する必要はない。極論すれば、バッテリー残量算出処理とその算出値の機器への送信処理は、必要なときにのみ行われればよい。このことから、本実施の形態では、これらの処理を、マイコン30に対して例えば機器側からの通信による外部割り込みを行うことで実行し、このときにADコンバータ38からの情報取得を行うことにする。そして、この外部割り込みの間隔を、保護処理の実行間隔より長くすることで、安定動作と消費電力の低減とを両立させる。

10

【0111】

ただし、バッテリー残量を算出するためには、機器の動作や放電により消費された電力（または電流）を検出する必要がある。上記のように、バッテリー残量算出処理を所定時間間隔で行うようにするためには、消費電力の検出値を一定時間間隔で読み込むことを可能にする必要がある。

【0112】

ここで、消費電力の検出のために必要な情報について説明する。図10は、ビデオカメラの動作時における消費電流の変化を示すグラフである。

20

図10では、バッテリーパックに接続される機器の例として、磁気テープをモータを用いて駆動するビデオカメラの消費電流の変化の例を示している。この図10に示すように、ビデオカメラでは、電源が投入され（タイミングT101）、さらに内部回路の動作が開始（タイミングT102）された後、モータの初期化動作が行われる（タイミングT103）。このとき、モータが駆動されることで突入電流が流れ、消費電流が瞬間的に大きく増加する。さらに、磁気テープへの記録が開始されると（タイミングT104）、モータ駆動により再び突入電流が流れ、消費電流が増加する。

【0113】

このように、ビデオカメラの動作時には、消費電流は短時間に大きく変動する。また、例えばデジタルスチルカメラの場合にも、レンズ駆動時やストロボ発光時などに突入電流が発生するので、同様に消費電流の変動は大きい。しかし、バッテリー残量を高精度で算出するためには、短時間の電流変化の測定ではなく、機器の平均消費電流（消費電力）を測定することが重要である。

30

【0114】

従来、平均消費電流を検出するためには、バッテリーセルと直列に挿入した抵抗を利用して電流を電圧に変換し、電圧波形をADコンバータを通じて検出して、検出値を演算により平均化していた。しかし、この方法では、マイコンによる平均化演算の処理が複雑となり、また高精度の演算を行うには、処理の頻度を高くする、あるいは検出値を格納するメモリ量を大きくする必要があった。あるいは、ADコンバータの入力側にフィルタを設け、このフィルタにより平均値を測定する方法もあるが、この方法では比較的大きな外付け部品の設置面積が必要になり、製造コストも高くなってしまう。

40

【0115】

これに対して、本実施の形態では、マイコン30内にフューエルゲージ39を設けて平均消費電流の検出を行うことで、マイコン30による消費電流の検出処理を容易にしている。図11は、フューエルゲージ39の内部構成例を示す図である。

【0116】

図11に示すように、フューエルゲージ39は、電流検出用の抵抗 R_s の両端に各入力端子が接続された差動増幅器39aと、差動増幅器39aの出力端子と反転入力端子との間に接続されたコンデンサ C_{int} と、抵抗 R_s のバッテリーセル1側と差動増幅器39a

50

の反転入力端子との間に直列に接続された抵抗 R_{int} と、差動増幅器 39a の出力と基準電圧 V_{ref} とをとともに入力とする比較器 39b および 39c と、比較器 39b および 39c のそれぞれの出力に接続された充電カウンタ 39d、放電カウンタ 39e とを具備する。

【0117】

このフューエルゲージ 39 では、抵抗 R_s により消費電流が電圧として検出され、差動増幅器 39a の入力コンデンサ C_{int} を介して反転帰還された構成により、差動増幅器 39a は入力電圧に対する積分器として動作する。また、差動増幅器 39a の出力は、比較器 39b の正相側の入力端子、および比較器 39b の反転入力端子に入力され、比較器 39b の反転入力端子、および比較器 39c の正相側の入力端子には、基準電圧 V_{ref} が入力される。これにより、比較器 39b および 39c はそれぞれ極性が逆の比較動作を行う。

10

【0118】

比較器 39b は、充電電流が流れたとき、差動増幅器 39a からの入力電圧が基準電圧を超えると、入力電圧をリセットしてパルス信号を出力する。また、差動増幅器 39a への入力電圧が上昇すると、比較器 39b の出力周波数が増加する。従って、充電カウンタ 39d により、比較器 39c から出力されるパルス数を一定時間間隔でカウントすることで、その期間に抵抗 R_s に流れた充電電流の積算値（電荷量）が計測される。同様に、放電電流が流れたとき、比較器 39c は、差動増幅器 39a からの入力電圧が基準電圧未満になると入力電圧をリセットしてパルス信号を出力し、放電カウンタ 39e は、比較器 39c から出力されるパルス数を一定時間間隔でカウントする。これにより、抵抗 R_s に流れた放電電流の積算値が計測される。

20

【0119】

このようなフューエルゲージ 39 を用いることにより、マイコン 30 では、所定時間間隔で充電カウンタ 39d および放電カウンタ 39e のカウント値を読み出すことで、それぞれ消費された電力およびバッテリーセル 1 に蓄積された電力を換算し、バッテリー残量算出処理を実行することが可能となる。また、フューエルゲージ 39 では消費電力や蓄積電力が平均化された値が出力されるので、バッテリー残量表示のための CPU 31 の処理負担を大幅に軽減することができる。これとともに、図 11 のようにフューエルゲージ 39 は簡単な回路構成で実現可能であるため、回路設置面積や消費電力、製造コストを低減することができる。従って、バッテリーセル 1 の保護機能と残量算出機能とをマイコン 30 により安定的に実現するために好適である。

30

【0120】

ここで、例えば、バッテリーセル 1 の電圧低下が非常に緩やかである場合には、電流を積算する単位時間を長くした方が、その単位時間における消費電流を正確に検出し、バッテリー残量表示の精度を向上することができる。しかし、機器においてバッテリー残量表示を更新するタイミングは、あまり長くすることは望ましくない。このことから、CPU 31 が、フューエルゲージ 39 からの消費電流値を取得する間隔は、消費電流の計測の正確性と、バッテリー残量表示の利便性とのバランスを考慮して設定することが望ましい。デジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラのような携帯型の機器に電源を供給する場合、この間隔は 2 秒程度が適当である。従って、機器への電源供給時では、CPU 31 によるバッテリー残量算出処理および算出値の機器への送信処理を 2 秒間隔で割り込み処理により実行し、それより短い間隔で CPU 31 によるバッテリーセル 1 の保護処理を実行すればよい。

40

【0121】

ところで、電源供給対象の機器が接続されていない場合、あるいは接続されている機器の電源がオフである場合には、バッテリーセル 1 の消費電力は非常に小さく、セル電圧の低下は非常に緩やかである。このため、この状態では、過充電、過放電の状態の判断は、機器への電源供給時ほど頻繁に行う必要はなく、AD コンバータ 38 からの電圧や温度の読み込み間隔を、マイコン 30 のインストラクションクロック周期よりも十分長くしても、安全性を保つことができると言える。

50

【0122】

A/Dコンバータ38を通じたバッテリーセル1の電圧および温度の情報取得と、過充電、過放電の状態判定に要する時間は、通常数ミリ秒程度である。従って、本実施の形態では、機器が接続されていない状態、および接続されている機器の電源がオフの状態では、CPU31によるバッテリーセル1の保護処理を、バッテリー残量算出処理と同じ2秒間隔で実行する省電力モードとして、消費電力を大幅に低減させる。

【0123】

図12は、マイコン30の動作モードの変化を説明するための図である。

図12では、バッテリーパックに電源供給対象の機器が接続され、その機器の電源がオンである場合のマイコン30の動作モードを「アクティブモード」、機器の電源がオフである、あるいは機器が接続されていない場合の動作モードを「省電力モード」としている。アクティブモードでは、6MHzの高速クロックにより動作し、省電力モードでは、32kHzの低速クロックにより動作することで、消費電力の低減効果をさらに高めている。

10

【0124】

アクティブモードは、「通信実行状態」および「通信未確定状態」に大別される。通信実行状態は、機器とマイコン30との間で通信が実行される状態であり、タイマ36の計時に基づいて2秒ごとに割り込みが行われることで遷移する。あるいは、接続された機器からの割り込みにより遷移する。通信割り込みが発生すると、CPU31は、A/Dコンバータ38およびフューエルゲージ39からの情報を読み込み、過電流、過充電、通常動作の各状態に応じた保護スイッチSW1およびSW2のオン/オフ制御を行うとともに、バッテリー残量の表示に必要な情報を算出して、通信I/F41を通じて機器に送信する。そして、情報送信後に機器との通信が終了すると、通信未確定状態に遷移する。

20

【0125】

通信未確定状態では、タイマ36による0.2秒のカウントごとに、A/Dコンバータ38から情報を読み込み、状態の判定に応じた保護スイッチSW1およびSW2のオン/オフ制御が行われる。このとき、フューエルゲージ39からの情報読み込み処理は行われない。

【0126】

このように、アクティブモードでは、バッテリーセル1の保護処理が0.2秒周期で実行され、バッテリー残量算出処理が2秒周期の通信割り込みに応じて実行される。このような制御が行われることにより、セル電圧の変動に対する保護処理を常時、安定的に実行させながらも、バッテリーの高機能化として重要なバッテリー残量表示に必要な情報算出および機器との通信処理を、低消費電力でかつ必要十分な精度で実現することが可能となる。

30

【0127】

なお、アクティブモードでは、バッテリーセル1の保護処理とバッテリー残量算出処理の双方が実行される周期は、保護処理のみ実行される周期の偶数倍であることが望ましい。これらの周期の関係が奇数倍である場合には、マイコン30の制御安定性が損なわれるが、偶数倍とした場合には、安定性を保ったまま制御を簡略化することができる。

【0128】

また、通信未確定状態では、タイマ36のカウントに応じて2秒経過時に通信割り込みが発生すると、通信実行状態に遷移する。一方、2秒経過後にも通信割り込みが発生しない場合には、スリープ状態に遷移する。スリープ状態では、A/Dコンバータ38およびフューエルゲージ39からの情報読み込みが2秒周期で実行され、状態判定に応じた保護スイッチSW1およびSW2のオン/オフ制御と、残量表示に必要な情報算出とが行われる。なお、算出値は例えばEEPROM35に記憶され、算出処理ごとに利用されるとともに、新たな算出値により更新される。また、通信未確定状態では、通信割り込みが発生した時点で、アクティブモードとなり、通信実行状態に遷移する。

40

【0129】

以上のように、マイコン30は、機器の接続の有無、あるいは接続された機器の電源が投入されているか否かを、機器との通信が一定間隔で行われているか否かによって判断す

50

ることで、アクティブモードと省電力モードとの状態遷移を制御している。すなわち、機器との通信が一定時間以上行われない場合には、バッテリーセル1の放電負荷が小さくなっていると判断し、省電力モードでの動作が許可される。

【0130】

そして、省電力モードでは、バッテリーセル1の保護処理の実行間隔を大きくし、ADコンバータ38が動作停止状態となる時間を増加させることで、消費電力を大幅に低減させることができる。

【0131】

なお、マイコン30が省電力モードとなっている場合でも、過電流検出回路20による過電流の検出は常時行われ、過電流が検出された場合にはその状態に応じて保護スイッチSW1およびSW2が制御される。このとき、マイコン30には割り込みが行われ、マイコン30は、割り込み発生を検出すると、RAM34に対する過電流の状態設定の実行などのために、一時的にスリープ状態から復帰する。

10

【0132】

このように、上記のバッテリーパックでは、機器への電源供給が行われない場合にも、マイコン30によるバッテリーセル1の保護処理に加えて、過電流検出回路20も常時動作させる必要がある。従って、マイコン30の消費電力を低減することは、バッテリーセル1に対する安定的な保護機能を実現する上で、きわめて重要である。

【0133】

なお、マイコン30には、特にバッテリーセル1の保護機能の安定動作を確保するために、ウォッチドッグタイマ37が設けられている。ウォッチドッグタイマ37は、保護処理が実行されるタイミングを常時監視して、2秒以上の所定時間内に保護処理が実行されない場合にマイコン30が暴走していると判断して、マイコン30をリセットする。従って、各動作モードでは、保護処理（すなわち、セル電圧に基づく状態判定および状態に応じた保護スイッチSW1およびSW2の制御）が終了するごとに、ウォッチドッグタイマ37のカウント値がリセットされる。これにより、いかなる場合にもマイコン30自身の暴走が回避され、バッテリーセル1の保護機能を正常に動作させることができる。

20

【0134】

〔起動後のマイコンの全体処理〕

以上説明したマイコン30によるバッテリーセル1の保護およびバッテリー残量算出を含む処理の全体の流れについて、フローチャートを用いて説明する。

30

【0135】

図13は、マイコン30による処理の全体の流れを示すフローチャートである。

ステップS1301において、セル電圧の上昇により、マイコン30に供給される電源電圧が所定値まで上昇すると、電源回路10からのタイミング信号に基づいてマイコン30が起動する。この起動直後の処理は、図6の処理に対応するので、ここでは説明を省略する。

【0136】

ステップS1302において、タイマ36によるカウントが開始され、2秒経過したときにステップS1303に進む。

40

ステップS1303において、CPU31は、2秒のカウントの間に通信割り込みが発生したか否かを判定する。発生しなかった場合はステップS1304に進み、発生した場合はステップS1307に進む。

【0137】

ステップS1304～S1306は、省電力モードでの処理となる。ステップS1304において、バッテリーセル1の保護処理（以下、バッテリー保護処理と略称する）のサブルーチンを実行する。これにより、セル電圧の検出に基づいてバッテリーセル1の異常状態が判別され、状態に応じて充放電が制御される。なお、このサブルーチンについては、後の図14において説明する。

【0138】

50

ステップS 1 3 0 5において、バッテリー残量検出処理のサブルーチンを実行する。これにより、接続される機器においてバッテリー残量を表示させるために必要な情報が算出される。なお、このサブルーチンについては、後の図1 5において説明する。

【0 1 3 9】

ステップS 1 3 0 6において、ウォッチドッグタイマ3 7のカウント値をリセットする。そして、ステップS 1 3 0 2に戻り、さらに2秒の間に通信割り込みが発生したか否かを判定する。

【0 1 4 0】

また、2秒以内に通信割り込みが発生した場合は、アクティブモードとしての処理が行われる。ステップS 1 3 0 7において、ステップS 1 3 0 4と同様のバッテリー保護処理

10

【0 1 4 1】

ステップS 1 3 0 8において、ステップS 1 3 0 5と同様のバッテリー残量算出処理を実行する。

ステップS 1 3 0 9において、ステップS 1 3 0 8の処理により算出された値など、残量表示に必要な情報を、通信I / F 4 1を通じて機器に対して送信する。この情報としては、例えば、バッテリーセル1の現在の電圧、温度、電流積算値から算出した放電電流積算残量および消費電力、バッテリーセル1に固有な温度係数などである。

【0 1 4 2】

ステップS 1 3 1 0において、ウォッチドッグタイマ3 7のカウント値をリセットする

20

。ステップS 1 3 1 1において、タイマ3 6のカウントに基づき、通信割り込みの発生（ステップS 1 3 0 3に対応）から0. 2秒が経過したときに、ステップS 1 3 1 2に進む。

【0 1 4 3】

ステップS 1 3 1 2において、さらに、通信割り込みの発生から2秒が経過したか否かを判定し、経過していない場合はステップS 1 3 1 3に進む。また、2秒経過した場合はステップS 1 3 0 3に戻り、通信割り込みが発生したか否かを判定する。

【0 1 4 4】

ステップS 1 3 1 3において、ステップS 1 3 0 4およびS 1 3 0 7と同様のバッテリー保護処理を実行する。これにより、バッテリー保護処理が0. 2秒間隔で実行されることになる。一方、ステップS 1 3 0 8のバッテリー残量算出処理は、2秒間隔で実行されることになる。

30

【0 1 4 5】

なお、図示しないが、マイコン3 0の動作に関係なく、過電流検出回路2 0ではバッテリーセル1における過電流の検出が常時行われている。過電流検出回路2 0は、過電流を検出すると、保護スイッチSW 1およびSW 2をそれぞれオフ、オンの状態とするとともに、マイコン3 0に対して過電流発生による割り込みを行う。

【0 1 4 6】

マイコン3 0では、CPU 3 1は、上記フローチャートの処理中において、過電流検出回路2 0からの割り込みを随時監視する。そして、過電流による割り込みを検出すると、RAM 3 4上に設定した、状態を示すモード情報（S a f eモード）を、過電流状態を示すように書き換える。

40

【0 1 4 7】

図1 4は、マイコン3 0によるバッテリー保護処理（図1 3のステップS 1 3 0 4, S 1 3 0 7およびS 1 3 1 3に対応）の流れを示すフローチャートである。

まず、CPU 3 1は、RAM 3 4に設定されたS a f eモードを読み出し、現在の保護状態を認識する（ステップS 1 4 0 1, S 1 4 0 7, S 1 4 1 5およびS 1 4 1 9に対応）。

【0 1 4 8】

50

ステップS 1 4 0 1において、現在が過放電状態である場合はステップS 1 4 0 2に進む。

ステップS 1 4 0 2において、A Dコンバータ3 8よりセル電圧（V c e l l）を読み取り、セル電圧が2．2 Vより低いときはステップS 1 4 0 3に進み、そうでない場合はステップS 1 4 0 4に進む。

【0 1 4 9】

ステップS 1 4 0 3において、セル電圧が著しく低いと判断して、マイコン3 0自身をシャットダウンする。

また、ステップS 1 4 0 4において、A Dコンバータ3 8より、セル電圧とともに、充電器の接続の有無および充電電圧の印加の有無をそれぞれ示す情報を読み取り、セル電圧が2．6 5 Vより高く、かつ充電が開始された場合に、ステップS 1 4 0 5に進み、そうでない場合は、サブルーチンを終了する。

【0 1 5 0】

ステップS 1 4 0 5において、F E Tドライバ4 2に制御信号を送信して、保護スイッチS W 1をオンさせる。なお、このとき保護スイッチS W 2はオンされている。

ステップS 1 4 0 6において、R A M 3 4上のS a f eモードを、通常動作を示すように書き換え、サブルーチンを終了する。

【0 1 5 1】

また、ステップS 1 4 0 7において、読み出したS a f eモードに基づき、現在が通常動作状態である場合には、ステップS 1 4 0 8に進む。

ステップS 1 4 0 8において、A Dコンバータ3 8より読み取ったセル電圧が2．6 Vより低い場合はステップS 1 4 0 9に進み、そうでない場合はステップS 1 4 1 2に進む。

【0 1 5 2】

ステップS 1 4 0 9において、F E Tドライバ4 2に制御信号を送信して、保護スイッチS W 1をオフさせる。なお、このとき保護スイッチS W 2はオンされている。

ステップS 1 4 1 0において、R A M 3 4上のS a f eモードを過放電状態を示すように書き換える。

【0 1 5 3】

ステップS 1 4 1 1において、この後にさらにセル電圧が低下し、マイコン3 0がシャットダウンされる事態に備えて、R A M 3 4などに記憶された現在の動作状態に関する設定値をE E P R O M 3 5にコピーして待避させる。そして、サブルーチンを終了する。

【0 1 5 4】

また、ステップS 1 4 1 2において、セル電圧が4．2 5 Vより高い場合にはステップS 1 4 1 3に進み、そうでない場合はサブルーチンを終了する。

ステップS 1 4 1 3において、保護スイッチS W 2をオフさせる。

【0 1 5 5】

ステップS 1 4 1 4において、R A M 3 4上のS a f eモードを過充電状態を示すように書き換え、サブルーチンを終了する。

また、ステップS 1 4 1 5において、読み出したS a f eモードに基づき、現在が過充電状態である場合はステップS 1 4 1 6に進む。

【0 1 5 6】

ステップS 1 4 1 6において、A Dコンバータ3 8より読み取ったセル電圧が4．1 5 Vより低い場合にはステップS 1 4 1 7に進み、そうでない場合はサブルーチンを終了する。

【0 1 5 7】

ステップS 1 4 1 7において、保護スイッチS W 2をオンさせる。

ステップS 1 4 1 8において、R A M 3 4上のS a f eモードを通常動作状態を示すように書き換え、サブルーチンを終了する。

【0 1 5 8】

10

20

30

40

50

また、ステップS 1 4 1 5の判定で、現在が過充電状態でないと判断された場合には、現在が過電流状態であると判断され、ステップS 1 4 1 9に進む。

ステップS 1 4 1 9において、A Dコンバータ3 8より読み取ったセル電圧が2. 2 Vより低い場合にはステップS 1 4 2 0に進み、そうでない場合はステップS 1 4 2 1に進む。

【0 1 5 9】

ステップS 1 4 2 0において、マイコン3 0自身をシャットダウンする。

ステップS 1 4 2 1において、A Dコンバータ3 8より、充電器の接続の有無および充電電圧の印加の有無をそれぞれ示す情報を読み取り、充電が開始された場合にはステップS 1 4 2 2に進み、そうでない場合はサブルーチンを終了する。

10

【0 1 6 0】

ステップS 1 4 2 2において、保護スイッチS W 1をオンさせる。

ステップS 1 4 2 3において、R A M 3 4上のS a f eモードを通常動作を示すように書き換え、サブルーチンを終了する。

【0 1 6 1】

以上の処理により、現在のセル電圧に応じた充放電制御、および過電流状態からの復帰が、マイコン3 0におけるソフトウェア制御により実現される。なお、S a f eモードを書き換える際には、E E P R O M 3 5に対して状態遷移の履歴を残すようにしてもよい。

【0 1 6 2】

図1 5は、マイコン3 0によるバッテリー残量算出処理（図1 3のステップS 1 3 0 5およびS 1 3 0 8に対応）の流れを示すフローチャートである。

20

ステップS 1 5 0 1において、A Dコンバータ3 8からの出力信号より、バッテリーセル1の温度を読み取る。

【0 1 6 3】

ステップS 1 5 0 2において、A Dコンバータ3 8からの出力信号より、バッテリーセル1の電圧を読み取る。

ステップS 1 5 0 3において、フューエルゲージ3 9から、充放電電流の積算値を読み取る。

【0 1 6 4】

ステップS 1 5 0 4において、A Dコンバータ3 8からの出力信号より、充電器による充電動作の有無を判別する。

30

ステップS 1 5 0 5において、ステップS 1 5 0 1～S 1 5 0 4で取得した情報を基にして、機器におけるバッテリー残量表示に必要な情報を算出する。ここでは、例えば、フューエルゲージ3 9から取得した電流積算値を基に放電電流積算残量や消費電力などが算出される。

【0 1 6 5】

ステップS 1 5 0 6において、算出された値をE E P R O M 3 5に格納する。なお、このとき、例えば、検出されたバッテリーセル1の電圧、温度なども格納される。

ステップS 1 5 0 7において、フューエルゲージ3 9の充電カウンタ3 9 dおよび放電カウンタ3 9 eのカウント値をクリアし、サブルーチンを終了する。

40

【0 1 6 6】

以上の図1 5の処理が一定時間ごとに実行されることで、バッテリー残量が高精度で監視される。

〔複数のバッテリーセルが直列接続された場合の回路構成〕

ところで、以上の説明では、1本のバッテリーセルを使用した場合について説明したが、実際には、接続される機器の負荷の大きさに応じて、複数のバッテリーセルを直列に接続して使用することがある。この場合、各バッテリーセルについて個別に過充電、過放電の状態を判別する必要がある。以下、このような場合の回路構成および動作について、補足説明する。

【0 1 6 7】

50

図16は、直列接続した複数のバッテリーセルを用いた場合のバッテリーパックの内部構成例を示す図である。なお、図16では、上記の図1に対応する要素については同じ符号を付しており、その説明は省略する。

【0168】

複数のバッテリーセルが直列接続された場合、各バッテリーセルのセル電圧を個別に検出するために、バッテリーセルの数に応じたADコンバータの入力チャンネルを設ける必要がある。図16では、例として2つのバッテリーセル1aおよび1bが直列に接続された場合を示しており、バッテリーセル1aおよび1bのそれぞれの正極側の電圧を検出するための入力端子ADCin1およびADCin2が個別に設けられている。そして、マイコン内のADコンバータは、差動型の入力を有しており、各入力端子ADCin1およびADCin2との間、および入力端子ADCin2と設置電位との間のそれぞれの差分を検出するようにしておく。これにより、マイコンのCPUは、各バッテリーセル1aおよび1bのセル電圧を個別に取得することができる。

10

【0169】

ここで、図13を参照すると、複数のバッテリーセルを直列接続した場合、ステップS1304およびS1307に示したバッテリー保護処理を、バッテリーセルごとに行えばよいことになる。ただし、安全性を考慮すると、通常動作状態のときに、1つでも過放電状態であるバッテリーセルが現れたときは、充電電流を遮断する必要がある。例えば、図14を参照すると、ステップS1412において、少なくとも1つのバッテリーセルのセル電圧が4.25Vより高くなった場合は、ステップS1413に進んで過放電状態に遷移する必要がある。また、ステップS1404において、すべてのバッテリーセルのセル電圧が2.65Vより低くなるまでは、通常動作状態に復帰させてはならない。

20

【0170】

同様に、1つでも過充電状態となったバッテリーセルが現れたときは、放電電流を遮断する必要がある。例えば、図14のステップS1408において、少なくとも1つのバッテリーセルのセル電圧が2.6Vより低くなった場合は、ステップS1409に進んで過放電状態に遷移する必要がある。また、ステップS1416において、すべてのバッテリーセルのセル電圧が4.15Vより高くなるまでは、通常動作状態に復帰させてはならない。

【0171】

このように、過充電、過放電の状態をマイコンのソフトウェア制御により判別することで、複数のバッテリーセルを直列接続して使用した場合にも、プログラムモジュールの一部をループさせることを基本とした容易なソフトウェアの改変により対応することができる。このため、従来のように、使用するバッテリーセルの数に応じて新たな回路を設ける必要がなくなり、設計コストや回路規模が抑制される。

30

【0172】

逆に、当初から複数のバッテリーセルを直列接続した場合に対応するソフトウェアを実装しておく、想定した数以下のバッテリーセルを用いたすべてのバッテリーパックについて、同一のソフトウェアを用いて保護処理を実行させることができる。例えば、図13のように2つのバッテリーセルを直列接続した場合に対応するソフトウェアは、バッテリーセルを1つにした場合には、入力端子ADCin1およびADCin2の各電圧を同一と見なすことで、何らソフトウェアの内容を変更することなく、保護処理を実行させることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0173】

【図1】本技術の実施の形態に係るバッテリーパックの内部構成例を示す図である。

【図2】統合処理回路の内部構成例を示すブロック図である。

【図3】充電時におけるバッテリーセルの電圧変化を示すグラフである。

【図4】リセット回路からの出力信号と、バッテリーセルおよびマイコンの電源電圧との関係を示す図である。

【図5】マイコンの起動時および安定動作時に供給される電源の経路を模式的に示す図で

50

ある。

【図 6】 起動直後におけるマイコンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 7】 バッテリセルの電圧に応じた状態遷移を説明するための図である。

【図 8】 状態遷移制御の流れを詳しく説明するための図である。

【図 9】 過電流検出回路の内部構成例を示す図である。

【図 10】 ビデオカメラの動作時における消費電流の変化を示すグラフである。

【図 11】 フューエルゲージの内部構成例を示す図である。

【図 12】 マイコンの動作モードの変化を説明するための図である。

【図 13】 マイコンによる処理の全体の流れを示すフローチャートである。

【図 14】 マイコンによるバッテリ保護処理の流れを示すフローチャートである。

10

【図 15】 マイコンによるバッテリ残量算出処理の流れを示すフローチャートである。

【図 16】 直列接続した複数のバッテリセルを用いた場合のバッテリパックの内部構成例を示す図である。

【図 17】 リチウムイオン二次電池における放電時および過電流発生時の電圧および電流の変化の例を示すグラフである。

【図 18】 従来のバッテリパックの内部構成例を示す図である。

【図 19】 従来のバッテリパックにおけるバッテリセルの状態を模式的に示す図である。

【符号の説明】

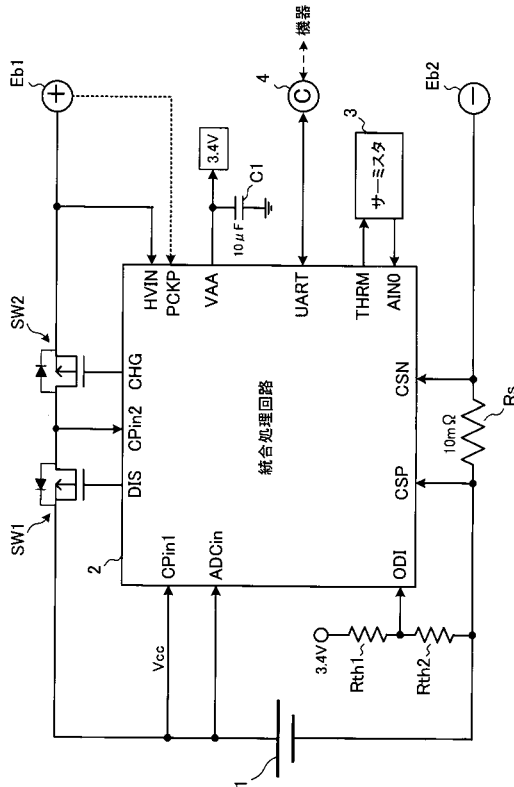
【0174】

1 …… バッテリセル、 2 …… 統合処理回路、 3 …… サーミスタ、 4 …… コントロール端子、 10 …… 電源回路、 11 …… チャージポンプ回路、 12 …… リニアレギュレータ、 13, 14 …… リセット回路、 20 …… 過電流検出回路、 30 …… マイクロコントローラ、 31 …… CPU、 32 …… プログラムメモリ、 33 …… ROM、 34 …… RAM、 35 …… EEPROM、 36 …… タイマ、 37 …… ウォッチドッグタイマ、 38 …… ADコンバータ、 39 …… フューエルゲージ、 40 …… I/Oポート、 41 …… 通信 I/F、 42 …… FETドライバ、 43 …… データバス、 44a, 44b …… クロック発振器、 C1 …… コンデンサ、 CPin1, CPin2 …… 電源端子、 Eb1 …… 正極端子、 Eb2 …… 負極端子、 Rs, Rth1, Rth2 …… 抵抗、 SW1, SW2 …… 保護スイッチ、 ADCin, AIN0, CSP, CSN, HVIN, ODI, PCKP …… 入力端子、 CHG, DIS, THRM, VAA …… 出力端子、 UART …… 入出力端子

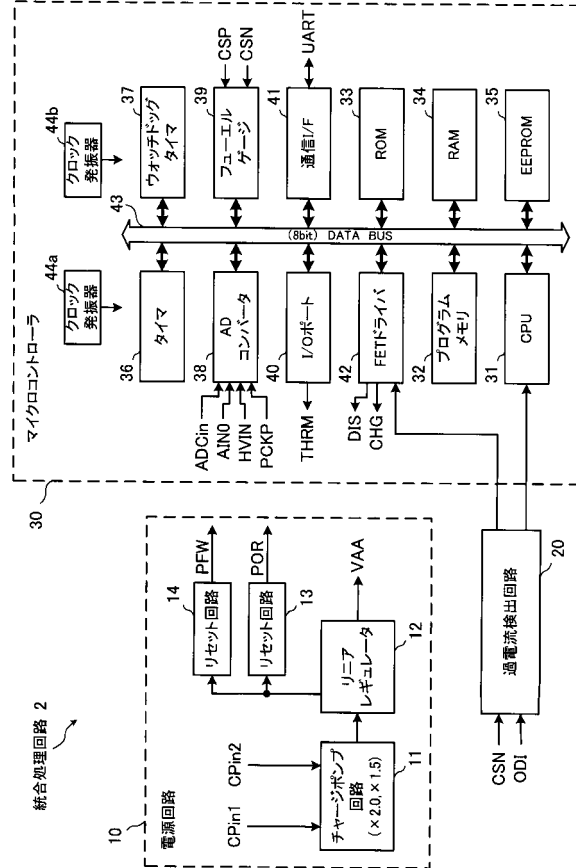
20

30

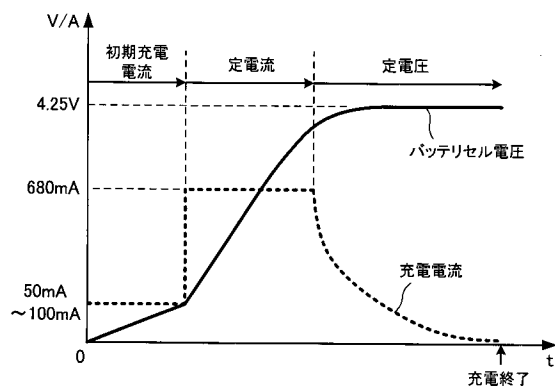
【図 1】



【図 2】

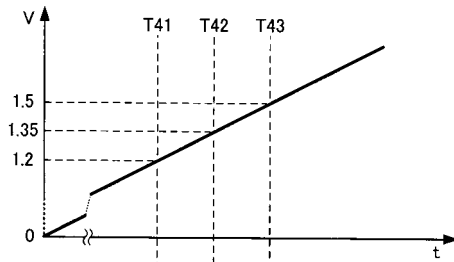


【図 3】

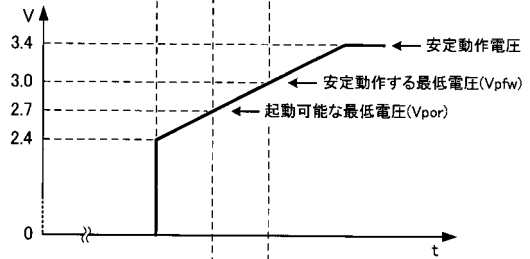


【図 4】

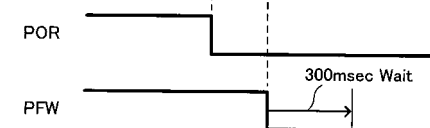
(A) バッテリセル電圧



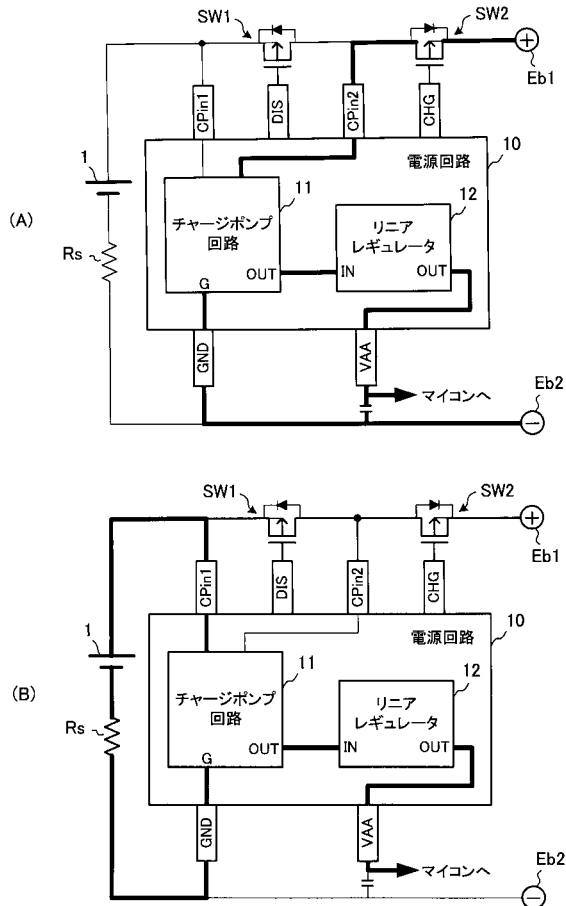
(B) マイコンへの供給電圧



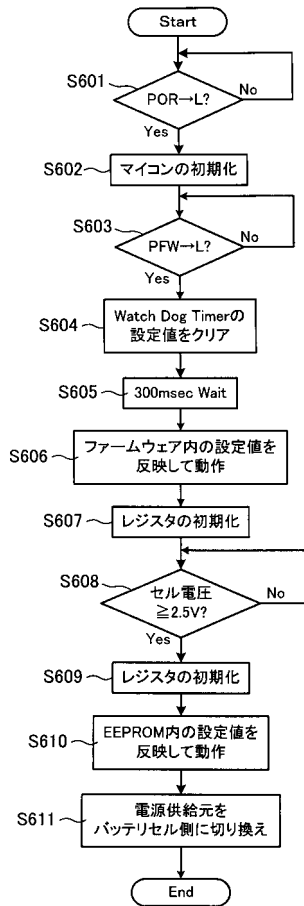
(C) リセット回路からの出力信号



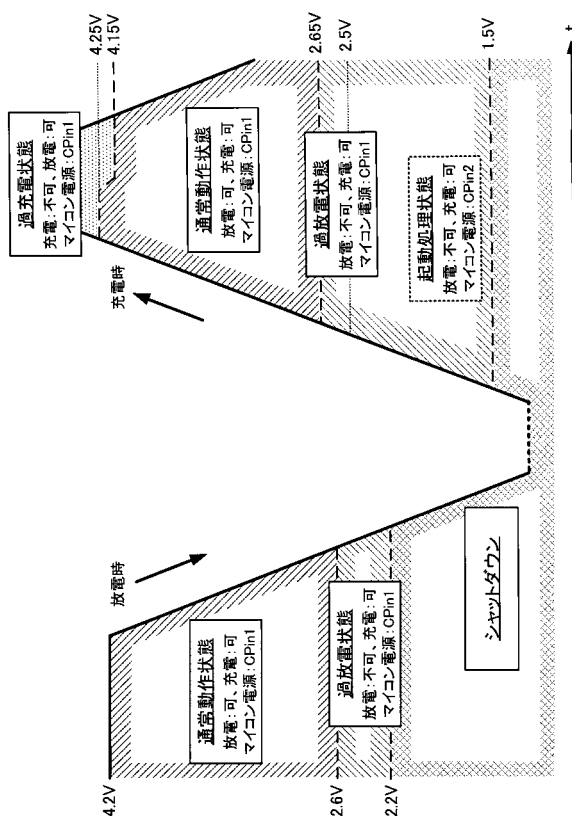
【図 5】



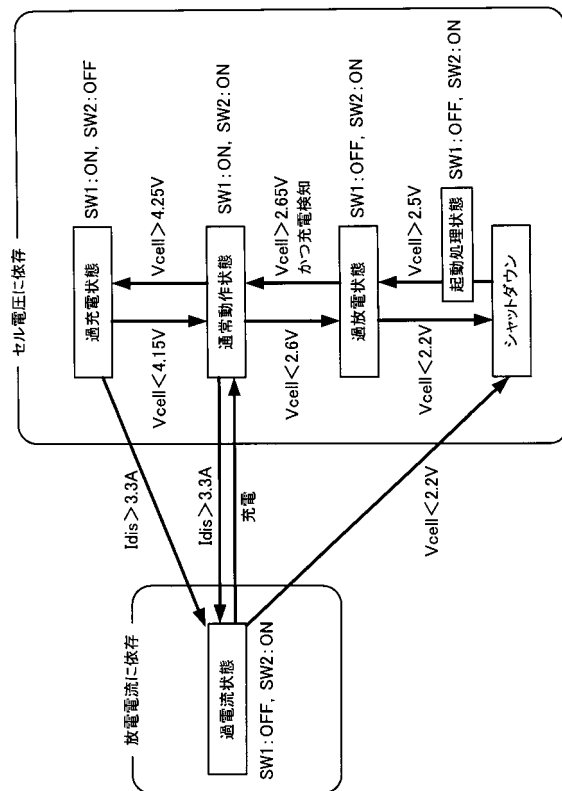
【図 6】



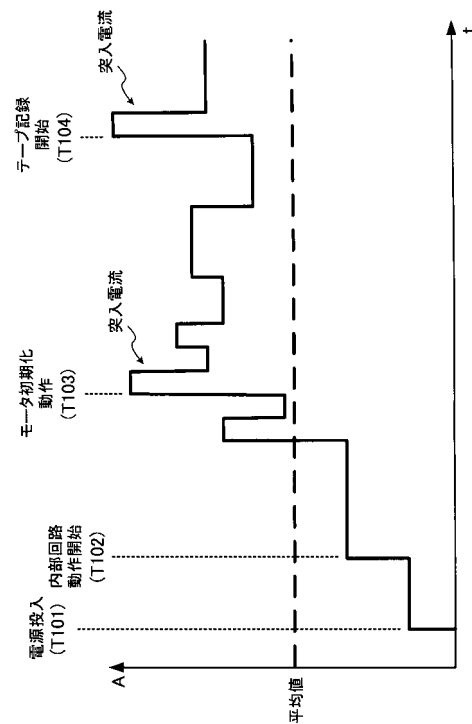
【図 7】



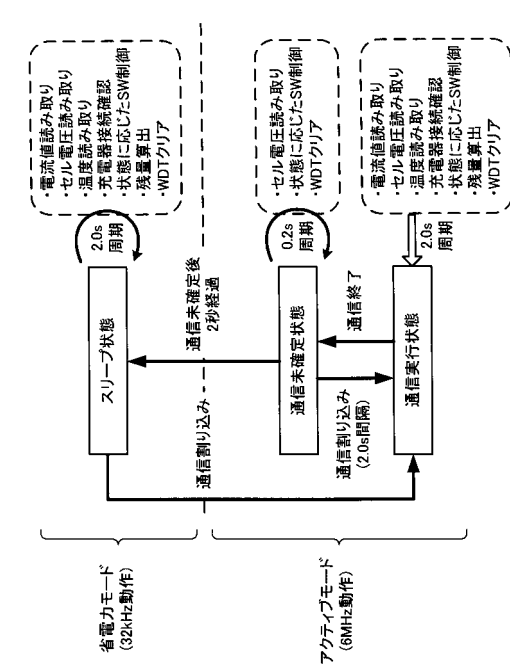
【図 8】



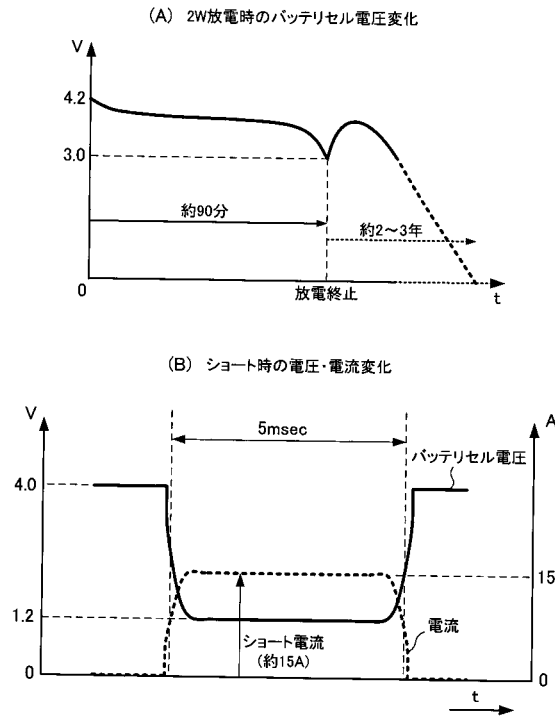
【図 10】



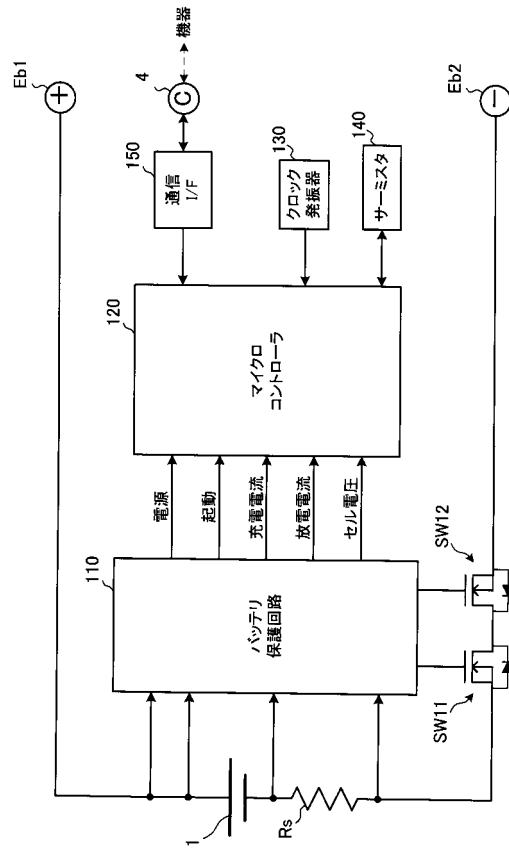
【图 1 2】



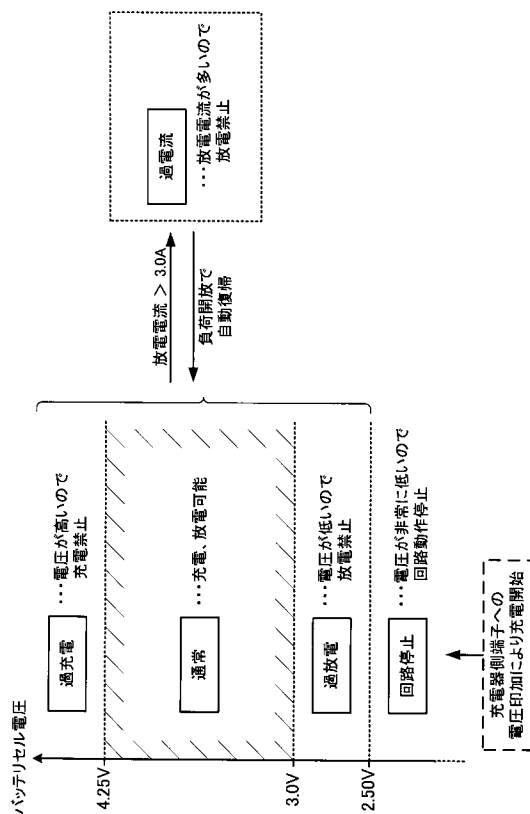
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

- (72)発明者 土谷 之雄
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
(72)発明者 縄 和泰
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

合議体
審判長 田村 嘉章
審判官 堀川 一郎
審判官 楨原 進

- (56)参考文献 特開2000-83325 (JP, A)
特開2003-263248 (JP, A)
実開平4-108341 (JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 10/42
H01M 10/48
H02H 7/18
H02J 7/00-7/12
H02J 7/34-7/36